

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN LINGKAR BARAT METROPOLITAN SURABAYA JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Ferdiansyah Septyanto
NRP : 3111106003
Program Studi : Jurusan Teknik Sipil FTSP - ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Abstrak

Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini merupakan salah satu upaya untuk mempercepat kemajuan kawasan barat Surabaya. Tugas akhir ini bertujuan untuk mencari tebal perkerasan konstruksi jalan, dimensi saluran drainase, mengontrol geometrik jalan, serta menghitung rencana anggaran biaya yang diperlukan. Metode yang digunakan pada perencanaan jalan ini meliputi perhitungan tebal perkerasan jalan pada ruas jalan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen 1987. Analisa kapasitas jalan dengan menggunakan program excel. Perencanaan drainase dengan menggunakan metode SNI-03-342-1994. Perencanaan geometrik jalan dengan menggunakan Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. Rencana anggaran biaya menggunakan HSPK Kelompok IV (Surabaya, Gresik, Sidoarjo, Mojokerto, dan Jombang). Dari hasil perhitungan perencanaan pada Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya diperoleh lebar perkerasan total 14 m, median 1 m, bahu jalan 4 m, dan saluran tepi 2 m dengan tipe jalan 4/2 D. Untuk

perencanaan tebal perkerasan jalan dengan umur rencana 10 tahun diperoleh tebal total 45 cm dengan perincian lapisan pondasi bawah menggunakan Batu Pecah Kelas C (CBR 50%) setebal 20 cm, lapisan pondasi atas menggunakan Agregat Kelas A (CBR 80%) setebal 15 cm dan lapis permukaan menggunakan Laston (MS 744) dengan tebal 10 cm. Perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) berbentuk persegi empat dengan bahan terbuat dari batu kali dengan penyelesaiannya. RAB yang dibutuhkan untuk pembangunan jalan ini sebesar Rp 602.532.557.676,- Terbilang : “Enam Ratus Dua Milyar Lima Ratus Tiga Puluh Dua Juta Lima Ratus Lima Puluh Tujuh Ribu Enam Ratus Tujuh Puluh Enam Rupiah”. Dengan Pembangunan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini maka diharapkan dapat melancarkan aktifitas sosial ekonomi masyarakat serta pengembangan penataan lalu lintas antar wilayah antara Kabupaten Gresik, Kotamadya Surabaya, dan Kabupaten Sidoarjo.

GEOMETRIC PLANNING AND PAVEMENT OF WEST METROPOLITAN RING ROAD IN SURABAYA EAST JAVA

Composed By : Ferdiansyah Septyanto
NRP : 3111106003
Department : Civil Engineering FTSP - ITS
Counsellor Lecturer : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Abstract

The construction of the traffic lane west-metropolitan ring road This is an effort to revive the southern path. The final project is aimed to explore construction of road pavement thickness, drainage channel dimensions, geometric control path, and calculates the required budget plan. The method used in this way include the planning of road pavement thickness calculation on the road by using Component Analysis Method 1987. Road capacity analysis using the program excel. Drainage plan using the SNI-03-342-1994. geometric path planning using Goemetrik Planning Inter-City Road. Budget plan to use city HSPK category IV (Surabaya, Gresik, Sidoarjo, Mojokerto). From the calculated cross-track project planning in the south gained a total pavement width of 14 m, median 1 m, shoulder of road 4 m, and drainage 2 m with a shoulder type road 4/2 UD. To plan a road pavement thickness design life of 10 years obtained a total of 45 cm thick layer of foundation with the details of the

use Aggregate Class C (CBR 50%) as thick as 20 cm, a layer of foundation on the use of the Aggregate Class A (CBR 80%) and 15 cm thick layer surface using LASTON (MS 744) with a thickness of 10 cm. Planning dimensional edge channel (drainage) or rectangular with a material made of stone with a finishing time. RAB is needed for the construction of this road of Rp 602.532.557.676,- (in words Six Hundred Two Billion Two Hundred Seventy Six Million Two Hundred Fifty Six Thousand Four Hundred Twenty-Two Dollar). With a cross-roads west metropolitan ring road could facilitate economic activity and the development of inter-regional traffic arrangement between the district of Gresik, Surabaya municipality, and the district of Sidoarjo

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Sesuai undang-undang jalan yang terbaru, jalan dikelompokkan berdasarkan 4 empat hal yaitu: (Sosialisasi UU no 38/2004, PP No 15/2005 dan RPP Jalan)

1. Sistem jaringan jalan,
2. Fungsi jalan,
3. Status jalan,
4. Kelas jalan

Pada tugas akhir ini penentuan lebar jalan mengacu pada kelas jalan. Oleh karena itu dijelaskan beberapa macam kelas jalan, diantaranya :

2.1. Kelas Jalan

Penentuan kelas jalan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan, serta spesifikasi penyediaan prasarana jalan. Penentuannya diatur dengan ketentuan peraturan perundangan-undangan di bidang lalu lintas dan angkutan jalan.

Spesifikasi penyediaan prasarana jalan meliputi pengendalian jalan masuk, persimpangan, jumlah dan lebar lajur, ketersediaan median, dan pagar. Berikut ini adalah spesifikasi jalan-jalan tersebut di atas:

1. Spesifikasi Jalan bebas hambatan meliputi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, dan dilengkapi dengan median, paling sedikit mempunyai 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.
2. Spesifikasi Jalan raya adalah jalan umum untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur sekurang-kurangnya 3,5 (tiga koma lima) meter.

3. Spesifikasi *jalan sedang* adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 (tujuh) meter.
4. Spesifikasi *jalan kecil* adalah jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 (lima koma lima) meter.

2.2. Perencanaan Geometrik Jalan

Pada perencanaan geometric ini dilakukan dari awal pembuatan trase. Adapun bebefarameter yang harus dihitung agar dapat menghasilkan rencana jalan yang baik diantaranya :

2.2.1. Jarak Pandangan

Dalam perencanaan geometrik jalan diperlukan dua jenis jarak pandangan, yaitu :

1. Jarak pandangan henti
2. Jarak pandangan menyiap

1. Jarak Pandangan Henti Minimum

Jarak tersebut adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan pada lajur yang dilaluinya. Besarnya Jarak pandangan henti minimum sangat tergantung pada kecepatan rencana jalan. Rumus Umum Jarak Pandangan Henti Minimum (Sukirman, 1994) adalah sebagai berikut:

$$d = 0.278V.t + \frac{V^2}{254f_m}$$

dimana:

f_m = koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan

(Lihat gambar 2.1)

V = kecepatan kendaraan, km/jam

T = waktu reaksi=2.5 detik

Untuk jalan dengan kelandaian, besarnya jarak pandang henti minimum adalah sebagai berikut: (Sukirman, 1994)

$$d = 0.278V_r.t + \frac{V^2}{254(f \pm L)}$$

dimana:

L = besarnya landai jalan dalam desimal

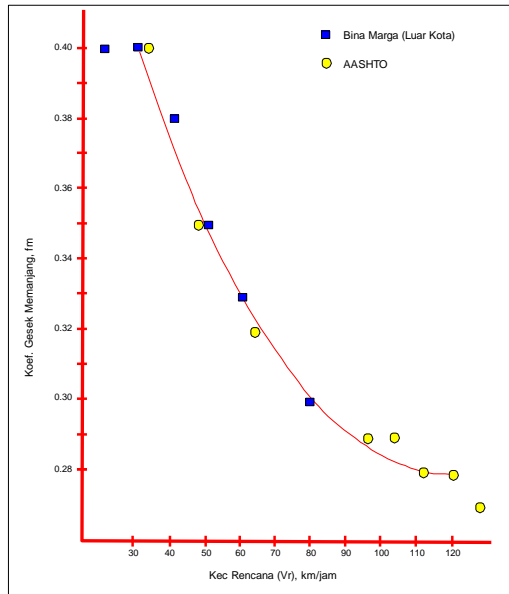
+ = untuk pendakian

- = untuk penurunan

Besarnya jarak pandangan henti berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Jarak Pandangan Henti Minimum

Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Kecepatan Jalan, V_j (km/jam)	Koefisien Gesek Jalan, f_m	d perhitungan untuk V_r (m)	d perhitungan untuk V_j (m)	d desain (m)
30	27	0.400	29.71	25.94	25-30
40	36	0.375	44.60	38.63	40-45
50	45	0.350	62.87	54.05	55-65
60	54	0.330	84.65	72.32	75-85
70	63	0.313	110.28	93.71	95-110
80	72	0.300	139.59	118.07	120-140
100	90	0.285	207.64	174.44	175-210
120	108	0.280	285.87	239.06	240-285



Gambar 2.1. Korelasi Nilai f_m terhadap Kecepatan Rencana, V_r

Sumber: Sukirman 1994.

Jarak pandangan henti berdasarkan truk akan berbeda dengan jarak pandangan henti dengan menggunakan mobil penumpang, hal ini dikarenakan truk berkecepatan lebih rendah, lebih tinggi dan memiliki kemampuan pengereman yang berbeda. Namun secara umum jarak pandang henti berdasarkan truk dapat dianggap sama dengan kendaraan penumpang karena alasan berikut:

1. Tinggi mata pengemudi truk lebih tinggi, sehingga pandangannya lebih jauh, dan
2. Kecepatan truk biasanya lebih lambat daripada mobil penumpang.

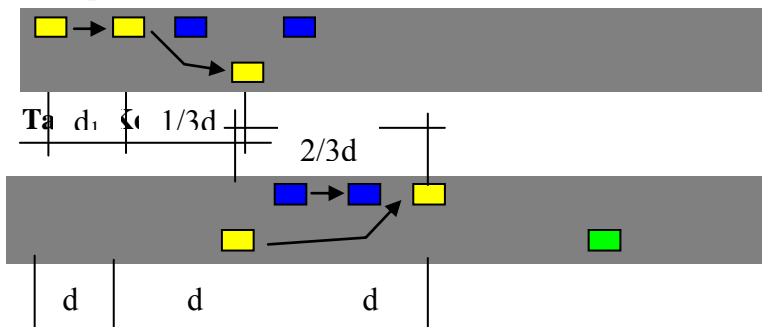
Namun terdapat keadaan-keadaan yang tidak dapat diabaikan yaitu pada penurunan yang sangat panjang, karena:

1. Tinggi mata pengemudi truk yang lebih tinggi tidak berarti lagi
2. Kecepatan truk hampir sama dengan kecepatan mobil penumpang.

2. Jarak Pandangan Menyiap

Jarak pandangan menyiap adalah jarak minimum di depan kendaraan yang direncanakan harus dapat dilihat pengemudi agar proses menyiap (mendahului) kendaraan di depannya dapat dilakukan tanpa terjadi tabrakan dengan kendaraan dari arah yang berlawanan. Ilustrasi tentang jarak pandangan menyiap ditunjukkan pada gambar 2.2.

Tahap Pertama



Gambar 2.2. Ilustrasi Jarak Pandangan Menyiap

Sumber : Modul2 Rekasa Jalan Raya (PS-1364)

keterangan:

- d_1 : jarak yang ditempuh selama waktu reaksi oleh kendaraan yang hendak menyiap dan membawa kendaraannya yang hendak membelok ke lajur kanan.
- d_2 : Jarak yang ditempuh kendaraan yang menyiap selama berada pada lajur sebelah kanan.

- d_3 : Jarak bebas yang harus disediakan antara kendaraan yang menyiap dengan kendaraan yang berlawanan arah setelah gerakan menyiap dilakukan.
- d_4 : Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang berlawanan arah selama $2/3$ dari waktu yang diperlukan oleh kendaraan yang menyiap berada pada lajur sebelah kanan atau sama dengan $2/3 d_2$.

Besarnya jarak menyiap standar adalah sebagai berikut:

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

dimana:

$$d_1 = 0.278t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right)$$

$$d_2 = 0.278Vt_2$$

$$d_3 = 30 \text{ s.} \cdot 100 \text{ m}$$

$$d_4 = 2/3 * d_2$$

dimana:

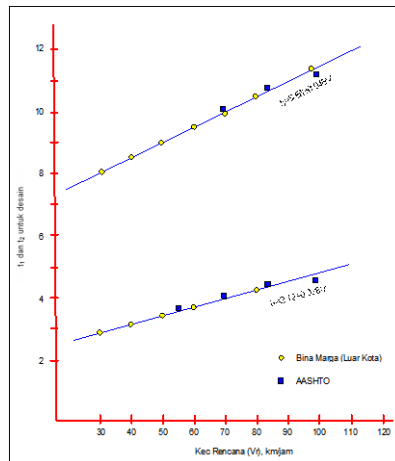
- t_1 = waktu reaksi yang besarnya tergantung pada kecepatan yang sesuai dengan persamaan $t_1 = 2.12 + 0.026V$ (Lihat gambar 2.7.)
- t_2 = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $t_2 = 6.56 + 0.048V$. (Lihat gambar 2.3.)
- m = perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap = 15 km/jam
- V = kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap, dalam perhitungan dapat dianggap sama dengan kecepatan rencana, km/jam

- a = percepatan rata-rata yang besarnya tergantung pada kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $a=2.052+0.0036V$. (Lihat Gambar 2.4.)

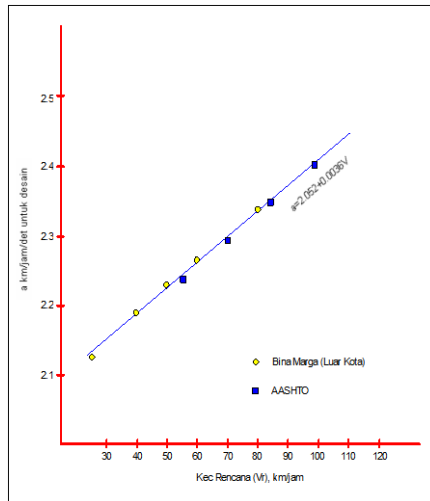
Dalam perencanaan seringkali kondisi jarak pandangan menyiap standar dibatasi oleh kekurangan biaya, sehingga jarak pandangan menyiap yang digunakan dapat memakai jarak pandangan menyiap minimum (d_{\min})

$$d_{\min} = 2/3d_2 + d_3 + d_4$$

Besarnya jarak pandangan menyiap berdasarkan beberapa kecepatan rencana ditunjukkan pada tabel 2.2. Jarak Pandangan Menyiap hanya perlu dilihat pada jalan 2/2 UD.



Gambar 2.3. Korelasi Nilai t_1 dan t_2 terhadap



Gambar 2.4. Korelasi nilai a terhadap Kecepatan Rencana, V_r
 Kecepatan Rencana,
Sumber : Modul 2 Rekasa Jalan Raya (PS-1364)

Tabel 2.2. Jarak Pandangan Menyiap Minimum

Kecepatan Rencana, V_r (km/jam)	Jarak pandangan menyiap standar perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap standar desain (m)	Jarak pandangan menyiap minimum perhitungan (m)	Jarak pandangan menyiap minimum desain (m)
30	146	150	109	100
40	207	200	151	150
50	274	275	196	200
60	353	350	250	250
70	437	450	307	300
80	527	550	368	400
100	720	750	496	500
120	937	950	638	650

(Sumber: Sukirman 1994.)

2.2.2. Gaya Yang Bekerja Pada Alinemen Horisontal

Alinemen horisontal adalah proyeksi dari sumbu jalan pada bidang yang horisontal (plan/denah). Pada alinemen horisontal terdiri dari garis lurus dan garis lengkung. Untuk garis lengkung terdiri dari busur peralihan dan busur lingkaran atau busur peralihan saja.

1. Gaya Sentrifugal

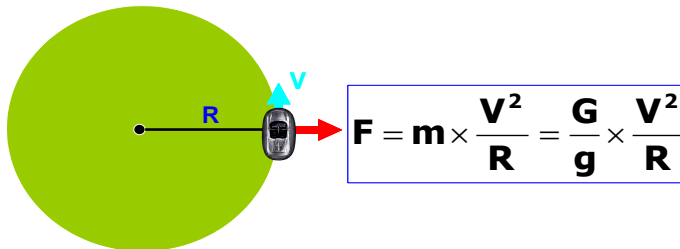
Pada alinemen horisontal terdapat dua jenis gaya yang bekerja, yaitu gaya sentripetal dan sentrifugal. Berdasarkan arah gaya, arah gaya sentripetal menuju ke arah pusat lingkaran sedangkan gaya sentrifugal ke arah luar (menjauhi titik pusat lingkaran) atau terlempar ke luar. Pada alinemen horisontal, gaya yang diperhitungkan adalah gaya sentrifugal.

Gaya sentrifugal F akan terjadi jika benda (kendaraan) dengan kecepatan V melintasi suatu lengkung seperti lingkaran (tikungan). Gaya ini akan mendorong kendaraan keluar lintasan dengan arah tegak lurus terhadap kecepatan V . Besarnya gaya sentrifugal dapat dihitung dengan menggunakan pers. 3.1, sedangkan ilustrasi gaya sentrifugal dapat dilihat pada gambar 2.5.

$$\text{Gaya sentrifugal (F)} = m \cdot a = \frac{G}{g} \cdot a = \frac{G}{g} \cdot \frac{V^2}{R} \quad (2.9)$$

dimana :

m	=	massa benda (kendaraan)
G	=	berat kendaraan, kg
g	=	gaya grafitasi, m/dt^2
a	=	percepatan sentrifugal, m/dt^2
	=	V^2/R
V	=	kecepatan kendaraan, km/jam
R	=	jari-jari lengkung lintasan, m



Gambar 2.5. Gaya sentrifugal pada alinemen horisontal

Sumber :Modul 3 Rekasa Jalan Raya (PS-1364)

Agar kendaraan yang melintasi sebuah lengkungan (tikungan) tidak terlempar keluar lintasan, perlu adanya gaya-gaya yang dapat mengimbangnya sehingga kendaraan tidak terlempar keluar lintasan. Gaya-gaya tersebut antara lain :

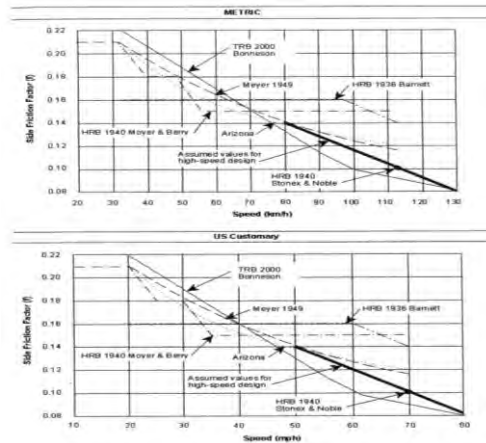
1. Gaya gesek melintang antara roda kendaraan dengan permukaan permukaan jalan
2. Berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang permukaan jalan.

2.Gaya Gesek Melintang Antara Roda Kendaraan dengan Permukaan Perkerasan Jalan

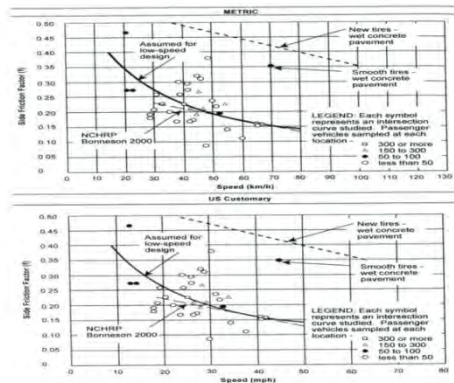
Gaya gesek melintang, F_s adalah gaya gesek arah melintang permukaan jalan yang ditimbulkan oleh roda (ban) kendaraan dengan permukaan jalan. Dalam perencanaan alinemen horisontal faktor gaya gesek yang digunakan dalam perencanaan adalah koefisien gesekan melintang. Koefisien ini diilustrasikan sebagai perbandingan antara gaya gesek melintang dengan gaya normal yang berkerja.

Secara umum, besarnya koefisien gesekan melintang jalan, f dipengaruhi oleh beberapa faktor anantara lain : jenis dan kondisi ban, tekanan ban, tekstur permukaan ban, konstruksi permukaan perkerasan (kekasaran), kecepatan kendaraan dan yang tidak kalah penting adalah cuaca. Hubungan antara nilai

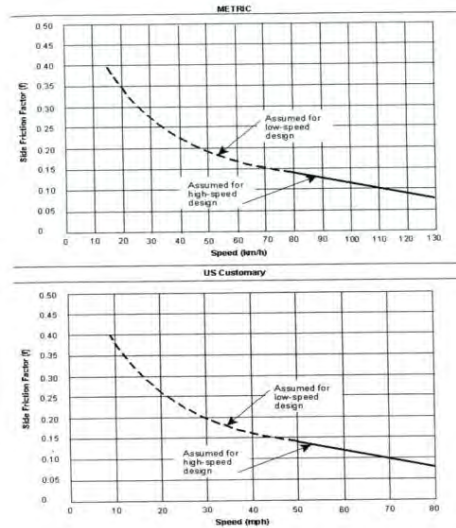
koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan disajikan pada **Gambar 2.6** sampai dengan **Gambar 2.9**.



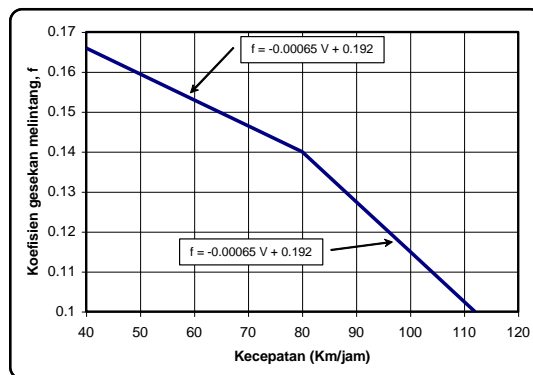
Gambar 2.6. Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan tinggi (AASHTO 2004)



Gambar 2.7. Hubungan koefisien gesekan melintang dengan kecepatan rencana kendaraan untuk kecepatan rendah (AASHTO 2004)



Gambar 2.8. Koefisien gesekan melintang maksimum desain (AASHTO 2004)



Gambar 2.9. Koefisien gesekan melintang maksimum desain (Traffic Engineering Handbook, 1992)

2.2.3. Superelevasi

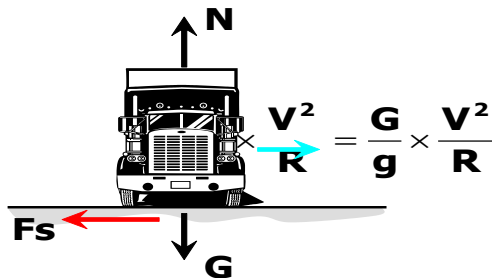
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada kendaraan yang melintasi alinemen horisontal perlu adanya gaya-gaya yang dapat mengimbangi gaya sentrifugal supaya kendaraan tidak terlempar keluar lintasan.

Pada alinemen horisontal, terdapat faktor penting sebagai penyeimbang gaya antara lain:

1. Gaya gesek melintang antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan jalan
2. Berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang permukaan jalan.

Berbicara tentang kesimbangan gaya, terdapat 3 kondisi gaya-gaya yang berkerja pada alinemen horisontal antara lain :

1. Gaya sentrifugal diimbangi dengan gaya gesek, F_s roda kendaraan dengan permukaan jalan arah melintang.



$$F_s = f \cdot N \quad ; N = G$$

$$= f \cdot G$$

$$F_s = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R}$$

$$f \times G = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad \rightarrow \quad f = \frac{V^2}{g \cdot R}$$

Jika $g = 9.81 \text{ m/dt}^2$ dan $V = \text{km/jam}$, maka :

$$f = \frac{V^2}{127 R} \quad (2.10)$$

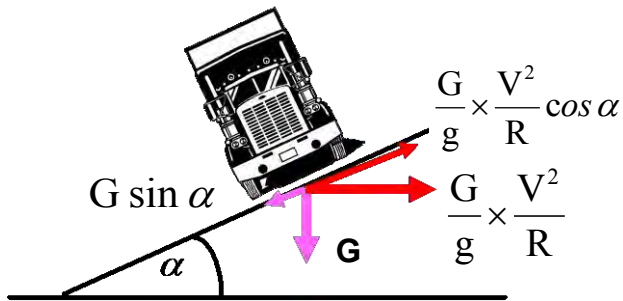
dimana :

f = koefisien gesek ban dan permukaan jalan

V = kecepatan rencana (m/jam)

R = jari-jari lengkung (m)

2. Gaya sentrifugal diimbangi hanya dengan kemiringan melintang jalan.



$$G \sin \alpha = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha$$

$$G \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad \rightarrow \quad \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{V^2}{g * R} \rightarrow$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V^2}{g * R}$$

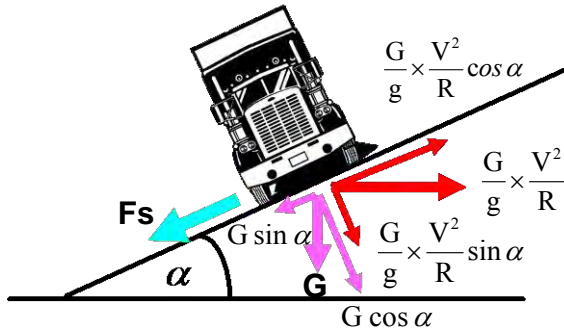
jika $\operatorname{tg} \alpha = e$, maka :

$$e = \frac{V^2}{g * R} \quad \rightarrow \quad e = \frac{V^2}{127 R} \quad (2.11)$$

dimana :

e = kemiringan melintang jalan (super-elevasi jalan), %

3. Gaya sentrifugal diimbangi dengan gaya gesek dan kemiringan melintang jalan.



$$G \sin \alpha + F_s = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha \quad ; \quad F_s = f \cdot N = f \cdot G$$

$$G \sin \alpha + f \left(G \cos \alpha + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \sin \alpha \right) = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \cos \alpha$$

→ dibagi $\cos \alpha$

$$G \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + f \left(G \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right) = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}$$

$$G \tan \alpha + f \left(G + \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \times \tan \alpha \right) = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad \rightarrow \text{dibagi } G$$

$$\tan \alpha + f \left(1 + \frac{V^2}{g * R} \tan \alpha \right) = \frac{V^2}{g * R} \quad \rightarrow \tan \alpha = e$$

$$e + f \left(1 + \frac{V^2}{g * R} e \right) = \frac{V^2}{g * R}$$

$$e + f + \frac{V^2}{g * R} e f = \frac{V^2}{g * R} \quad \rightarrow e \cdot f \approx \text{kecil sekali } (= 0),$$

maka :

$$e + f = \frac{V^2}{g * R}$$

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

(2.12)

Berdasarkan ke 3 kondisi tersebut, kondisi ke 3 dengan persamaan 4.3 adalah kondisi yang ideal untuk merencanakan alinemen horisontal.

Besarnya nilai super-elevasi jalan di Indonesia baik untuk luar kota maupun dalam kota bervariasi yaitu 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% (Tata cara perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota dan Jalan Perkotaan, Departemen PU, Ditjen Bina Marga, 1997, 1992). Namun demikian, nilai e maksimum menurut Bina Marga untuk jalan dalam kota adalah 8% dan untuk jalan luar kota adalah 10%. Sedangkan menurut A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, 2004 nilai e maksimum untuk semua jenis jalan adalah 4%, 6%, 8%, 10% dan 12%. Besarnya nilai super-elevasi, e dapat dilihat pada **tabel 2.3**, sedangkan ilustrasi tentang diagram superelevasi dapat dilihat pada **Gambar 2.10**.

D (o)	R (m)	V = 50 km/jam		V = 60 km/jam		V = 70 km/jam		V = 80 km/jam		V = 90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,25	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,50	2865	LN	0	LN	0	LN	60	LP	70	LP	75
0,75	1910	LN	0	LP	50	LP	60	LP	70	0,025	75
1,00	1432	LP	45	LP	50	LP	60	0,026	70	0,033	75
1,25	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,031	70	0,038	75
1,50	955	LP	45	0,022	50	0,029	60	0,036	70	0,045	75
1,75	819	LP	45	0,025	50	0,033	60	0,041	70	0,050	75
2,00	716	LP	45	0,028	50	0,037	60	0,046	70	0,055	75
2,50	573	0,025	45	0,034	50	0,044	60	0,054	70	0,064	75
3,00	477	0,029	45	0,040	50	0,050	60	0,060	70	0,070	75
3,50	409	0,033	45	0,045	50	0,056	60	0,065	70	0,075	75
4,00	358	0,037	45	0,049	50	0,061	60	0,071	70	0,079	75
4,50	318	0,041	45	0,053	50	0,064	60	0,074	70	0,080	75
5,00	286	0,044	45	0,057	50	0,068	60	0,077	70	Denda = 4,67	
6,00	239	0,050	45	0,063	50	0,074	60	0,080	70	Denda = 6,25	
7,00	205	0,056	45	0,068	50	0,078	60	Denda = 8,43			
8,00	179	0,060	45	0,073	50	0,080	60	<div>Keterangan:</div> <div>LN = lereng jalan normal diasumsikan = 2 %</div> <div>LP = lereng luar diputar sehingga perkerasan sebesar lereng jalan normal = 2 %</div> <div>Ls = diperhitungkan dengan mempertimbangkan Short, landai relatif maksimum (gambar dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m.</div>			
9,00	159	0,064	45	0,076	50						
10,00	143	0,068	45	0,078	50						
11,00	130	0,071	45	0,079	50						
12,00	119	0,074	45	Denda = 11,74							
13,00	110	0,076	45	Denda = 17,47							
14,00	102	0,078	45								
15,00	95	0,079	45								
16,00	90	0,080	45								
17,00	84	0,080	45								
Denda = 17,47											

Tabel 2.3. Nilai Superelevasi, e dan Panjang Lengkung Peralihan, Ls

(e mak 8% metode Bina Marga)

D (o)	R (m)	V = 50 km/jam e	Ls	V = 60 km/jam e	Ls	V = 70 km/jam e	Ls	V = 80 km/jam e	Ls	V = 90 km/jam e	Ls
0,250	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0
0,500	2865	LN	0	LN	0	LP	60	LP	70	LP	75
0,750	1910	LN	0	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1,000	1432	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,250	1146	LP	45	LP	50	0,025	60	0,033	70	0,040	75
1,500	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,038	70	0,047	75
1,750	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,044	70	0,054	75
2,000	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,049	70	0,060	75
2,500	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,059	70	0,072	75
3,000	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,068	70	0,081	75
3,500	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,076	70	0,089	75
4,000	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,082	70	0,095	75
4,500	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,088	70	0,099	75
5,000	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,093	70	0,100	75
6,000	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,098	70	Denda = 5,12	
7,000	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60	Denda = 6,82			
8,000	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60	Denda = 9,12			
9,000	159	0,074	45	0,091	50	0,099	60				
10,000	143	0,079	45	0,095	60						
11,000	130	0,083	45	0,098	60						
12,000	119	0,087	45	0,100	60						
13,000	110	0,091	50	Denda = 12,79							
14,000	102	0,093	50	Denda = 18,85							
15,000	95	0,096	50								
16,000	90	0,097	50								
17,000	84	0,099	60								
18,000	80	0,099	60								
19,000	75										

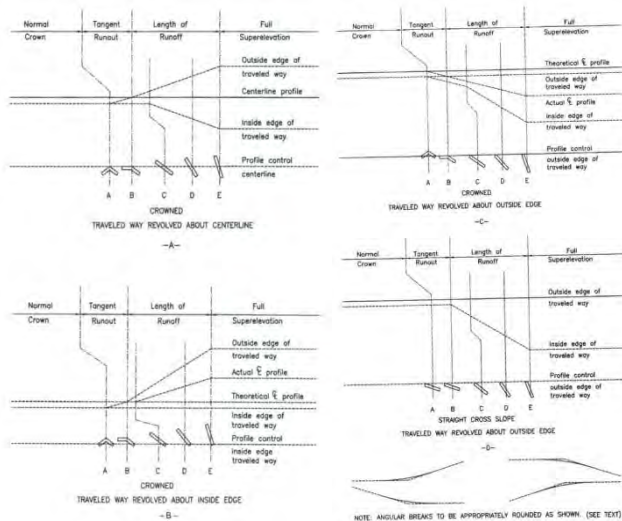
Keterangan:

LN = lereng jalan normal diasumsikan = 2 %

LP = lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat superelevasi sebesar lereng jalan normal = 2 %.

Ls = diperhitungkan dengan mempertimbangkan rumus modifikasi Shortt, landai relatif maksimum (gambar 12), jarak tempuh 2 detik, dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m.

(e mak 10% metode Bina Marga)



Gambar 2.10. Ilustrasi diagram superelevasi dan potongan melintang jalan

2.2.4. Alinemen Horisontal

Alinemen horizontal adalah lengkung yang menghubungkan kedua garis tangent, untuk perencanaan lengkung tersebut dibutuhkan beberapa parameter berikut, diantaranya :

1. Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan atau sering disebut lengkung spiral juga merupakan lengkung spiral clothoid. Radius pada spiral clothoid diawali dari radius yang terhingga sampai dengan radius yang merupakan radius lingkaran.

Sesuai dengan nama peralihan, fungsi dari lengkung spiral adalah untuk mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari betuk lurus dengan R tak terhingga sampai pada bentuk lengkung dengan R tetap atau untuk menuntun kendaraan dari posisi kemiringan normal (jalan lurus) ke kemiringan alinemen horisontal (tikungan) sebagaimana fenomena keimbangan gaya

yang diakibatkan adanya gaya sentrifugal. Perhitungan lengkung peralihan, L_s adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan waktu tempuh di lengkung peralihan.

$$L_s = \frac{Vd * t}{3.6} \quad (2.13)$$

dimana :

Vd = kecepatan rencana, km/jam

t = waktu tempuh di lengkung peralihan, detik (= 3 detik)

2. Berdasarkan landai relatif.

$$L_s \geq (e + e_n) * B * m_{maks} \quad (2.14)$$

dimana :

L_s = panjang lengkung peralihan, m

e = superelevasi, %

e_n = kemiringan melintang normal, %

B = lebar jalur per arah, m

m_{maks} = landai relatif maksimum

Tabel 2.4.Kelandaian relatif maksimum

AASHTO 1990		Bina Marga (Luar Kota)	
Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, m_{maks}	Kec. Rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maks, m_{maks}
32	33	20	50
48	150	30	75
64	175	40	100
80	200	50	115
88	123	60	125
96	222	80	150
104	244	100	
112	250		

3. Berdasarkan rumus Modifikasi Shortt.

$$L_s = 0.022 \frac{V^3}{R C} - 2.727 \frac{V e}{C} \quad (2.15)$$

dimana :

L_s = panjang lengkung peralihan, m

V = kecepatan rencana, km/jam

R = jari-jari tikungan, m

C = perubahan percepatan, m/dt^3 ($0.3 - 0.9 m/dt^3$)

e = superelevasi, %

4. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian.

$$L_s = \frac{(e_{maks} - e_n) V d}{3.6 * r_e} \quad (2.16)$$

dimana :

L_s = panjang lengkung peralihan, m

E_{maks} = superelevasi maksimum, %

e_n = kemiringan melintang normal, %

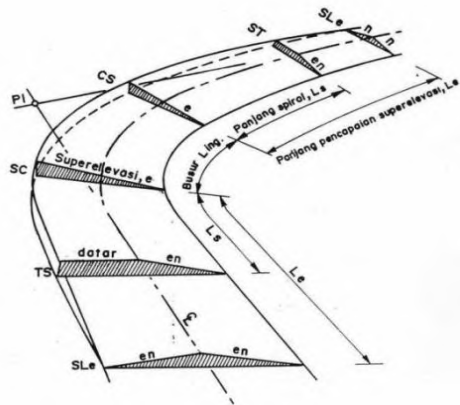
Vd = kecepatan rencana, km/jam

Re = tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan,

$$= 0.035 \text{ m/m/detik untuk } V_d \leq 70 \text{ km/jam}$$

$$= 0.025 \text{ m/m/detik untuk } V_d \geq 80 \text{ km/jam}$$

Dari ke empat persamaan tersebut, panjang lengkung peralihan, L_s yang digunakan untuk perencanaan adalah L_s dengan nilai yang terbesar. Untuk ilustrasi L_s terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Ilustrasi Lengkung Peralihan Pada Tikungan

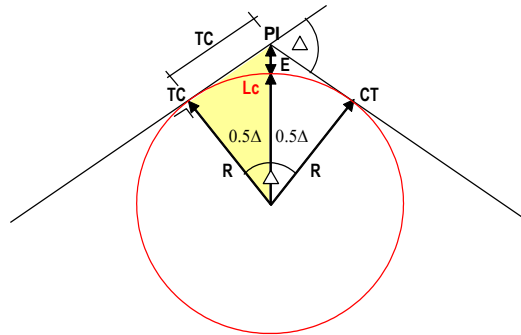
2. Perhitungan Alinemen Horisontal

Ada 3 bentuk alinemen horisontal, antara lain :

1. Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)
2. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral – circle – spiral*)
3. Lengkung peralihan (*spiral – spiral*)

1. Lengkung busur lingkaran sederhana (*full circle*)

Lengkung *full circle* pada umumnya hanya dapat digunakan jika jari-jari tikungan R yang direncanakan besar dan nilai superelevasi e lebih kecil dari 3%. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12.Bentuk lengkung full circle

Parameter lengkung full circle :

$$Tc = R * \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) \quad (2.17)$$

$$E = \frac{R}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R \quad (2.18)$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta \pi}{180} \right) * R \quad (2.19)$$

dimana :

Tc = Panjang tangen dari PI (Point of Intersection), m

= titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

R = jari-jari alinemen horisontal, m

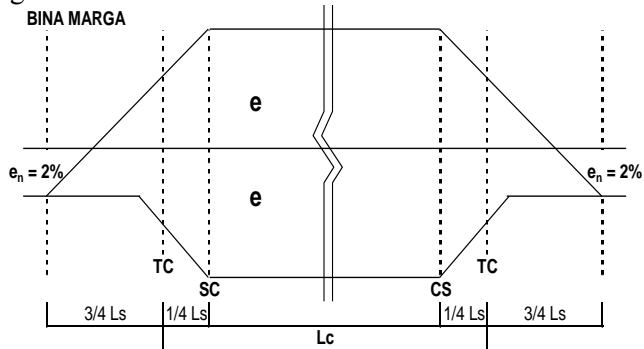
Δ = sudut alinemen horisontal, °

E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

Lc = panjang busur lingkaran, m

Berdasarkan rumusan diatas, tidak dijumpai adanya panjang lengkung peralihan. Padahal lengkung tersebut sangat penting pada alinemen horisontal. Karena bentuk lengkungnya

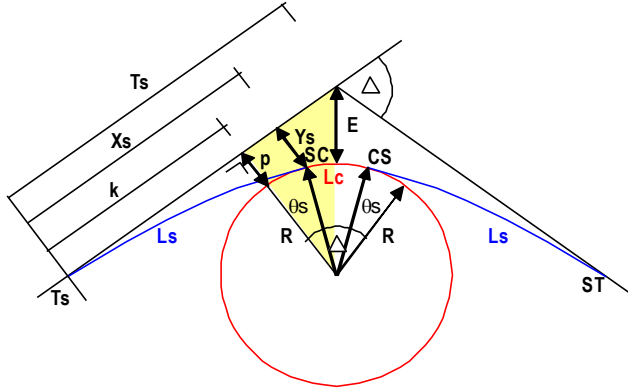
adalah full circle, maka pencapaian superelevasi dilakukan pada bagian lurus dan lengkung. Sehingga lengkung peralihan pada lengkung full circle sering disebut panjang lengkung peralihan fiktif. Bina Marga menetapkan $3/4 L_s$ berada pada bagian lurus sisinya pada bagian lengkung. Bentuk diagram superelevasi Full Circle dengan as jalan sebagai sumbu putar dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. Diagram superelevasi lengkung full circle

2. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*spiral – circle – spiral*)

Lengkung *spiral – circle – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c > 25$ meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Bentuk lengkung spiral – circle – spiral

Parameter lengkung spiral – circle – spiral :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \quad (2.20)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s) * \pi R}{180} \quad (2.21)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R} - R (1 - \cos \theta_s) \quad (2.22)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R * \sin \theta_s \quad (2.23)$$

$$T_s = (R + p) * \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k \quad (2.24)$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \quad (2.25)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 * R^2} \right) \quad (2.26)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 * R} \quad (2.27)$$

dimana :

θ_s = sudut spiral pada titik SC

L_s = panjang lengkung spiral

R = jari-jari alinemen horisontal, m

Δ = sudut alinemen horisontal, °

L_c = panjang busur lingkaran, m

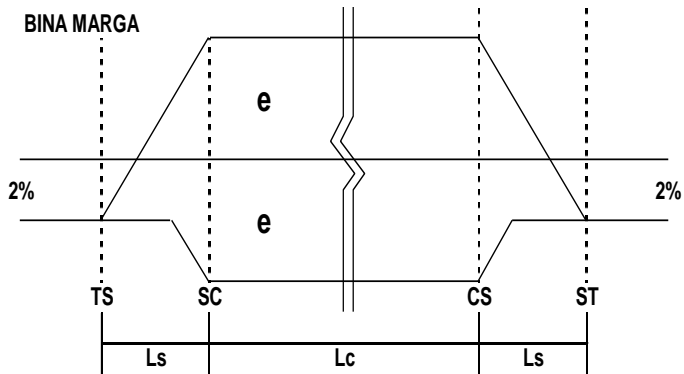
T_s = jarak titik T_s dari PI, m

= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

X_s, Y_s = koodinat titik peralihan dari spiral ke circle (SC), m

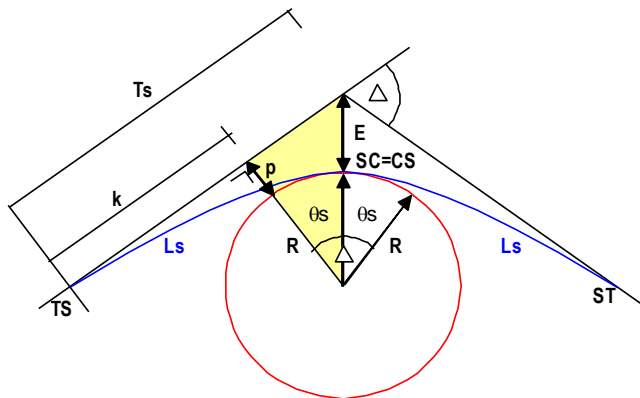
Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Diagram superelevasi lengkung spiral – circle – spiral

3. Lengkung peralihan (*spiral – spiral*)

Lengkung *spiral – spiral* pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c \leq 25$ meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. Bentuk lengkung spiral – spiral

Parameter lengkung spiral – spiral :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.28)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (2.29)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R * \sin \theta_s \quad (2.30)$$

$$T_s = (R + p) * \tan(\theta_s) + k \quad (2.31)$$

$$E = \frac{(R + p)}{\cos \theta_s} - R \quad (2.32)$$

Besarnya L_s pada tipe lengkung ini adalah didasarkan pada landai relatif minimum yang disyaratkan (*Cara 2*). Bentuk matematisnya seperti pada persamaan 3.2, adalah :

$$L_{s_{\text{minimum}}} = (e + e_n) * B * m_{\text{maks}}$$

dimana :

θ_s = sudut spiral pada titik SC=CS

L_s = panjang lengkung spiral

R = jari-jari alinemen horisontal, m

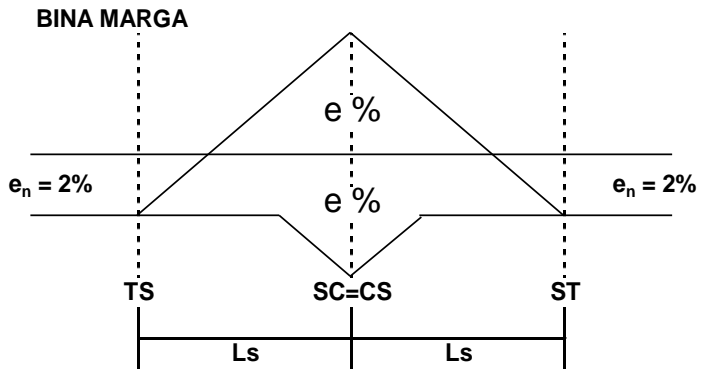
Δ = sudut alinemen horisontal, °

T_s = jarak titik T_s dari PI, m

= titik awal mulai masuk ke daerah lengkung

E = jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran, m

Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Diagram superelevasi lengkung spiral – spiral

2.2.5. Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal atau biasa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang (Sukirman, 1994).

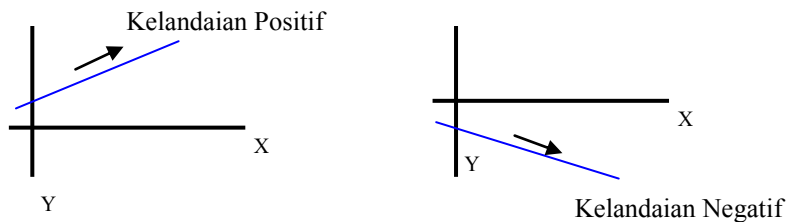
Perencanaan alinemen vertikal berkaitan erat dengan besarnya volume galian dan timbunan yang akan terjadi, oleh karena itu perencanaannya juga terkait dengan besarnya biaya konstruksi yang akan terjadi. Sebagai contoh, jalan yang cenderung mengikuti muka tanah asli akan menghasilkan volume galian dan timbunan yang relatif kecil sehingga mengakibatkan biaya yang ditimbulkan menjadi relatif murah.

Elevasi muka jalan sebaiknya:

- Berada di atas elevasi permukaan tanah asli
- Berada di atas muka air banjir, pada daerah yang sering dilanda banjir.
- Dibuat dengan volume galian dan timbunan yang seimbang untuk minimalisasi biaya.
- Memperhatikan penurunan (settlement), pada tanah lunak.
- Memperhatikan perkembangan lingkungan

1. Kelandaian Jalan

Yang disebut kelandaian selalu dilihat dari kiri ke kanan bidang gambar. Agar lebih jelas, berikut ini adalah ilustrasi penentuan kelandaian jalan yang terlihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Ilustrasi Kelandaian Jalan

a. Landai Minimum

Kelandaian jalan merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinemen vertikal. Kelandaian yang bagus bagi kendaraan tentunya adalah kelandaian yang tidak menimbulkan kesulitan dalam mengoperasikan kendaraan yaitu kelandaian 0% (datar). Namun, untuk keperluan drainase justru kelandaian yang tidak datar-lah yang lebih disukai. Beberapa panduan yang bisa diikuti dalam perencanaan kelandaian adalah sebagai berikut:

1. Untuk jalan-jalan di atas timbunan yang tidak memiliki kereb dan kemiringan melintang jalan sudah memadai untuk mengalirkan air, maka kelandaian “datar” sangat dianjurkan.
2. Untuk jalan-jalan di atas timbunan dan berada pada medan datar serta memiliki kereb, maka kelandaian 0.15% dianjurkan untuk dipakai guna mengalirkan air menuju saluran samping atau inlet.

3. Untuk jalan-jalan di atas galian dan memiliki kereb dianjurkan untuk menggunakan kelandaian minimum sebesar 0.3%-0.5%.

b. Landai Maksimum

Selain memiliki batasan minimum, kelandaian juga memiliki batasan maksimum yang diijinkan. Hal ini terkait dengan masalah pengoperasian kendaraan, terutama kendaraan-kendaraan berat seperti truk. Pengaruh kelandaian terhadap pengoperasian kendaraan dapat berupa berkurangnya kecepatan kendaraan pada tingkat putaran mesin yang sama atau mulai digunakannya transmisi rendah (gigi rendah). Secara praktis, suatu nilai kelandaian masih diperkenankan bila kelandaian tersebut mengakibatkan kecepatan kendaraan lebih besar dari setengah nilai kecepatan rencana. Secara detil, batasan kelandaian maksimum menurut Bina Marga'90 dan AASHTO'90 ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kelandaian Jalan

Kecepatan Rencana (km/j)	Jalan Arteri Luar Kota (AASHTO'90)			Jalan Luar Kota (Bina Marga)	
	Datar	Perbukitan	Pegunungan	Kelandaian Maks Standar (%)	Kelandaian Maks Mutlak (%)
40				7	11
50				6	10
64	5	6	8		
60				5	9
80	4	5	7	4	8
96	3	4	6		
113	3	4	5		

c. Panjang Kritis Kelandaian

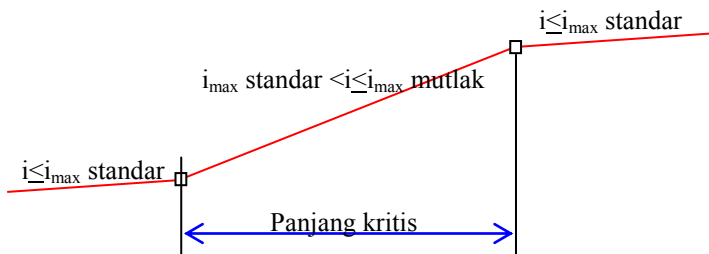
Kelandaian maksimum standard yang ditunjukkan pada tabel 2.6 masih mungkin untuk dilampaui jika panjang ruas

dengan sesuatu nilai gradien tidak melebihi panjang kritis yang yang diijinkan. Artinya, landai maksimum masih diperbolehkan sampai landai maksimum absolut asalkan panjangnya tidak melebihi nilai tertentu. Besarnya panjang kritis dapat dilihat pada tabel 2.6 dan gambar 2.19.

Tabel 2.6. Panjang Kritis

Kecepatan Rencana (km/j)											
80		60		50		40		30		20	
5 %	50 0m	6 %	50 0m	7 %	50 0m	8 %	42 0m	9 %	34 0m	10 %	25 0m
6 %	50 0m	7 %	50 0m	8 %	42 0m	9 %	34 0m	10 %	25 0m	11 %	25 0m
7 %	50 0m	8 %	42 0m	9 %	34 0m	10 %	25 0m	11 %	25 0m	12 %	25 0m
8 %	42 0m	9 %	34 0m	10 %	25 0m	11 %	25 0m	12 %	25 0m	13 %	25 0m

Penentuan panjang kritis berdasarkan pada pengurangan kecepatan kendaraan yang mencapai 30-50% kecepatan rencana dan kendaraan tersebut berjalan selama 1 menit.



Gambar 2.19. Ilustrasi Panjang Kritis

d. Lajur Pendakian

Pada jalan-jalan dengan kelandaian yang dilewati volume kendaraan yang cukup tinggi termasuk jenis kendaraan truk, maka pada jarak tertentu diperlukan lajur pendakian. Lajur pendakian dibuat untuk menghindari terjebaknya kendaraan yang lebih cepat di belakang kendaraan berat yang melaju lebih lambat.

2. Lengkung Vertikal

Bentuk Kurva yang mungkin untuk digunakan adalah sebagai berikut:

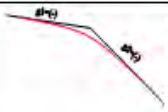
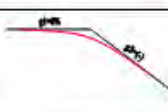

1. Circle (lingkaran)
2. Parabola

Namun demikian, bentuk parabola-lah yang direkomendasikan oleh Bina Marga untuk dipakai di Indonesia. Jika dilihat dari bentuknya, lengkung vertikal dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Lengkung Vertikal Cembung
2. Lengkung Vertikal Cekung

Kemungkinan bentuk lengkung vertikal parabola:

Tabel 2.7. lengkung vertikal

8	(-)	(-)	(+)	Cembung	
9	0%	(-)	(+)	Cembung	
10	(+)	0%	(+)	Cembung	

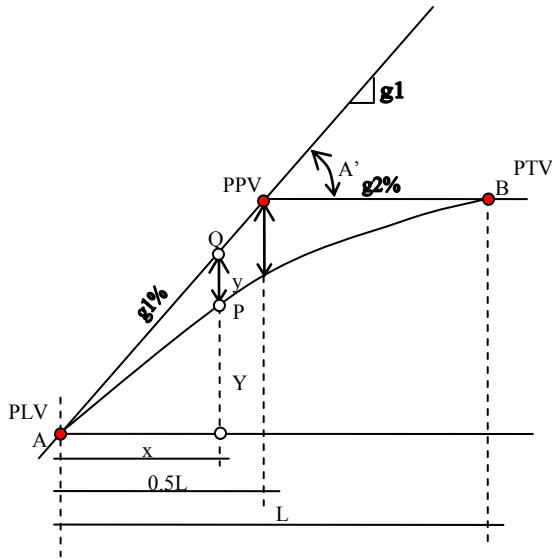
Lanjutan Tabel 2.7

No	g^1	g^2	g^3	Bentuk	Gambar
1	(-)	(+)	(-)	Cekung	
2	(-)	(-)	(-)	Cekung	
3	(+)	(+)	(-)	Cekung	
4	0%	(+)	(-)	Cekung	
5	(-)	0%	(-)	Cekung	
6	(+)	(-)	(+)	Cembung	
7	(+)	(+)	(+)	Cembung	

Persamaan umum lengkung parabola adalah sebagai berikut:

$$Y=aX^2+bX+c$$

Bentuk kurva parabola lengkung vertikal dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20. Lengkung Vertikal

Titik PLV Peralihan Lengkung Vertikal

Titik PPV Pusat Perpotongan Vertikal

Titik PTV Peralihan Tangen Vertikal

Formula Lengkung Vertikal diturunkan dengan asumsi sebagai berikut:

- Panjang lengkung vertikal bukan merupakan panjang busur, tapi panjang proyeksi busur terhadap bidang datar.
- Perubahan garis singgung adalah konstan sebesar

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = r \text{ (konstan).}$$

$$A = [g1 - g2]$$

(2.34)

A=perbedaan aljabar kelandaian

Ev=jarak vertikal titik PPV ke bagian lengkung di bawah/di atasnya.

$$\frac{d^2Y}{dx^2} = r \text{ (konstan).}$$

$$\frac{dY}{dx} = rx + C \Rightarrow x = 0 \rightarrow \frac{dY}{dx} = g_1 \rightarrow C = g_1$$

$$x = L \rightarrow \frac{dY}{dx} = g_2 \rightarrow rL + g_1 = g_2 \rightarrow r = \frac{(g_2 - g_1)}{L}$$

$$\frac{dY}{dx} = \frac{(g_2 - g_1)}{L} X + g_1$$

$$Y = \frac{(g_2 - g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + g_1 X + C'$$

Karena pada salah satu titik $X=0$ menghasilkan $Y=0$, maka $C'=0$, sehingga rumus di atas akan menjadi:

$$Y = \frac{(g_2 - g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + g_1 X \quad (2.35)$$

Dari gambar 2.25 di atas diperoleh:

$$(y+Y):(g_1 \cdot 0.5L) = x:0.5L$$

$$y+Y = g_1 x$$

$$g_1 x = Y + y$$

sehingga;

$$Y = \frac{(g_2 - g_1)}{L} \frac{X^2}{2} + Y + y$$

$$y = \frac{|g_1 - g_2|}{2L} X^2 \Rightarrow y = \frac{A}{200L} X^2, \text{ jika } A \text{ dinyatakan dalam persen}$$

untuk $x=0.5L$ dan $y=Ev$, maka:

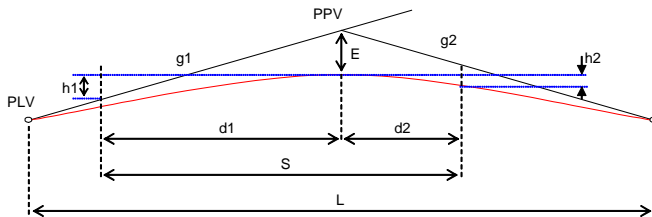
$$y = \frac{A}{200L} (0.5L)^2 \Rightarrow Ev = \frac{AL}{800} \quad (2.36)$$

1. Lengkung Vertikal Cembung

Perencanaan lengkung vertikal cembung didasarkan pada dua kondisi, yaitu:

- Jarak Pandangan berada di dalam daerah lengkung ($S < L$)
- Lengkung berada di dalam jarak pandangan ($S > L$)

a. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$



Gambar 2.21. Lengkung Vertikal Cembung $S < L$

$$y = \frac{A}{200L} X^2 \Leftrightarrow y = k.X^2, \text{ dimana } k = \frac{A}{200L}$$

$$y = k.X^2, (k = \text{konstanta})$$

$$y = Ev \rightarrow Ev = k(L/2)^2$$

$$y = h_1 \rightarrow h_1 = k d_1^2$$

$$y = h_2 \rightarrow h_2 = kd_2^2$$

Berapakah L?

$$\frac{h_1}{Ev} = \frac{kd_1^2}{k\frac{1}{4}L^2}$$

$$\frac{h_2}{Ev} = \frac{kd_2^2}{k\frac{1}{4}L^2}$$

$$\frac{h_1}{Ev} = \frac{4d_1^2}{L^2}$$

$$\frac{h_2}{Ev} = \frac{4d_2^2}{L^2}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4Ev}}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4Ev}}$$

$$S = d_1 + d_2$$

$$S = \sqrt{\frac{h_1 L^2}{4Ev}} + \sqrt{\frac{h_2 L^2}{4Ev}}$$

$$Ev = \frac{AL}{800}$$

$$S = \sqrt{\frac{200h_1 L}{A}} + \sqrt{\frac{200h_2 L}{A}}$$

$$S = \sqrt{\frac{100L}{A}} (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})$$

$$S^2 = \frac{100L}{A} (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2$$

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Menurut Bina Marga, untuk desain berdasarkan Jarak Pandangan Henti, besarnya nilai h_1 diambil dari tinggi mata

pengemudi yang terendah (terkritis) yaitu sebesar 120cm dan besarnya nilai h_2 diambil dari tinggi obyek penghalang yaitu sebesar 10cm. Sedangkan jika desain berdasarkan Jarak Pandangan Menyiap, besarnya h_2 diambil sebesar 120cm. Nilai ini sebenarnya bisa lebih besar lagi karena sebenarnya pengemudi masih bisa melihat tinggi atap kendaraan yang akan didahului. Namun untuk keamanan ditetapkan h_2 sebesar 120cm.

Jika JPH yang dipakai;

$h_1=120\text{cm}$, $h_2=10\text{cm}$, maka

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2*120} + \sqrt{2*10})^2}$$

$$L = \frac{AS^2}{399} = C^{-1}AS^2$$

Jika JPM yang dipakai;

$h_1=120\text{cm}$, $h_2=120\text{cm}$, maka

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2*120} + \sqrt{2*120})^2}$$

$$L = \frac{AS^2}{960} = C^{-1}AS^2$$

(2.37)

Nilai C adalah konstanta yang nilainya tergantung pada asumsi nilai h_1 dan h_2 serta Jarak Pandang yang dipakai. Beberapa nilai C menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 berdasarkan JPM dan JPH ditunjukkan pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Nilai C Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH

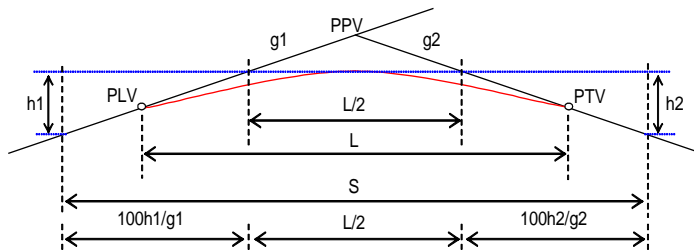
	AASHTO '90		Bina Marga '90	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi Mata pengemudi (h1) (m)	1.07	1.07	1.20	1.20
Tinggi obyek (h2) (m)	0.15	1.30	0.10	1.20
Konstanta C	404	946	399	960

Keterangan:

JPH: Jarak Pandangan Henti

JPM: Jarak Pandangan Menyiap

b. Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$



Gambar 2.22. Lengkung Vertikal Cembung $S > L$

$$S = \frac{1}{2}L + \frac{100h_1}{g_1} + \frac{100h_2}{g_2}$$

$$L = 2S - \frac{200h_1}{g_1} - \frac{200h_2}{g_2}$$

Panjang Lengkung minimum jika $dL/dg=0$, sehingga:

$$\frac{h_1}{g_1^2} - \frac{h_2}{g_2^2} = 0 \Leftrightarrow \frac{h_1}{g_1^2} = \frac{h_2}{g_2^2}$$

$$g_2 = g_1 \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

Karena A merupakan jumlah aljabar $g_1 + g_2$, maka:

$$A = g_1 + g_2$$

$$A = \left(\sqrt{\frac{h_2}{h_1}} + 1 \right) g_1$$

$$g_1 = \frac{A\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

$$g_2 = \frac{A\sqrt{h_2}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

Sehingga:

$$L = 2S - \frac{200h_1(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})}{A\sqrt{h_1}} - \frac{200h_2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})}{A\sqrt{h_2}}$$

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Jika menggunakan JPH, asumsi-asumsi yang dipakai adalah sebagai berikut:

$h_1 = 120\text{cm}$, $h_2 = 10\text{cm}$, maka;

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{120} + \sqrt{10})^2}{A}$$

$$L = 2S - \frac{399}{A}$$

$$L = 2S - \frac{C'}{A}$$

Jika menggunakan JPM, asumsi-asumsi yang dipakai adalah sebagai berikut:

$h_1=120\text{cm}$, $h_2=12\text{cm}$, maka;

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{120} + \sqrt{120})^2}{A}$$

$$L = 2S - \frac{960}{A}$$

$$L = 2S - \frac{C'}{A}$$

(2.38)

Beberapa nilai C' menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 berdasarkan JPM dan JPH ditunjukkan pada tabel 2.9.

Tabel 2.9. Nilai C' Menurut AASHTO'90 dan Bina Marga '90 Berdasarkan JPM dan JPH

	AASHTO ,90		Bina Marga ,90	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi Mata pengemudi (h1) (m)	1.07	1.07	1.20	1.20
Tinggi obyek (h2) (m)	0.15	1.30	0.10	1.20
Konstanta C'	404	946	399	960

Keterangan:

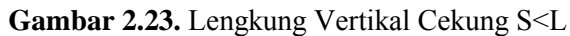
JPH: Jarak Pandangan Henti

JPM: Jarak Pandangan Menyiap

Dimensi panjang lengkung vertikal akan memengaruhi proses pengaliran air (drainase) di tepi jalan tersebut. Untuk itu, selain adanya perhitungan dimensi panjang di atas, juga perlu diberikan batasan-batasan yang cukup untuk mengakomodasi keperluan drainasi jalan. Sebagai syarat drainase panjang lengkung vertikal diharapkan tidak melebihi nilai $50A$. ($L \leq 50A$).

Secara umum, lengkung vertikal cekung dibagi menjadi dua macam, yaitu;

- a. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S < L$)**



$$DB = \frac{A}{100} \frac{L}{2}$$

$$D'B' = \left(\frac{S}{L}\right)^2 DB$$

$$D'B' = \frac{S^2 A}{200L}$$

$$D'B' = 0.6 + S \operatorname{tg} 1^{\circ}$$

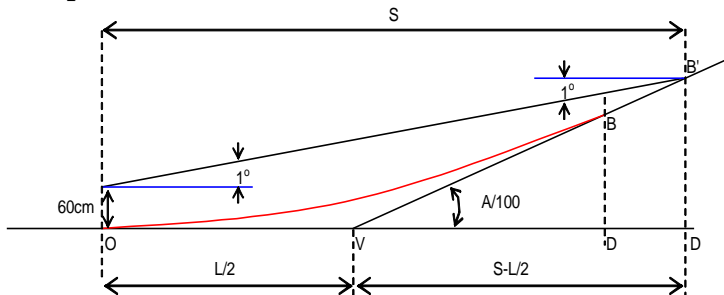
$$\operatorname{tg} 1^{\circ} = 0.0175$$

$$\frac{S^2 A}{200L} = 0.60 + S \operatorname{tg} 1^{\circ}$$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S}$$

(2.39)

b. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Penyinaran Lampu ($S > L$)



Gambar 2.24. Lengkung Vertikal Cekung $S > L$

$$D'B' = \frac{A}{100} \left(S - \frac{L}{2} \right)$$

$$D'B' = 0.6 + S \operatorname{tg} 1^{\circ}$$

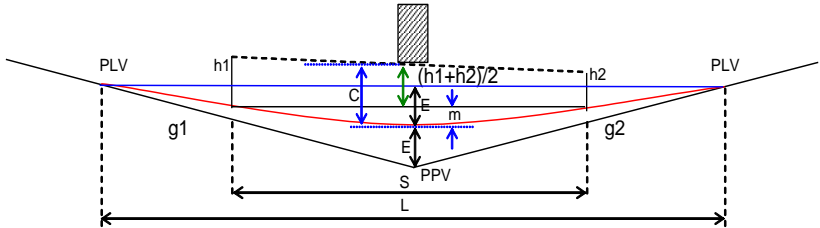
$$D'B' = 0.6 + 0.0175S$$

$$\frac{A}{100} \left(S - \frac{L}{2} \right) = 0.60 + 0.0175S$$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.5S}{A}$$

(2.40)

c. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S < L$)



Asumsi: titik PPV berada tepat berada di bawah jembatan.

Gambar 2.25. Lengkung Vertikal Cekung $S < L$

$$\left(\frac{S}{L}\right)^2 = \frac{m}{E} \Leftrightarrow E = \frac{AL}{800}$$

$$\left(\frac{S}{L}\right)^2 = \frac{800m}{AL}$$

$$L = \frac{S^2 L}{800m} \Rightarrow m = \frac{S^2 A}{800L}$$

Jika C adalah jarak antara permukaan perkerasan dengan bagian terendah jembatan (clearance jembatan), maka:

$$m = C - \left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right)$$

$$\frac{S^2 A}{800L} = C - \left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right)$$

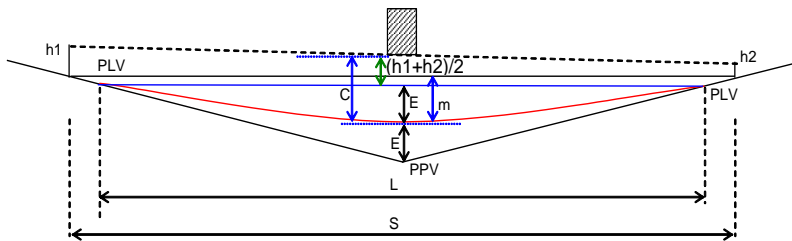
$$L = \frac{S^2 A}{800C - 400(h_1 + h_2)}$$

Dengan memberikan angka $h_1=1.8\text{m}$, $h_2=0.5\text{m}$ dan $C=5.5\text{m}$, maka persamaan di atas menjadi:

$$L = \frac{AS^2}{3480} \quad (2.41)$$

d. Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S > L$)

Asumsi: titik PPV berada tepat berada di bawah jembatan.



Gambar 2.26. Lengkung Vertikal Cekung $S > L$

$$\frac{S}{L} = \frac{E + m}{2E} \Rightarrow \frac{S}{L} = \frac{1}{2} + \frac{m}{2E}$$

$$E = \frac{AL}{800}$$

$$m = C - \frac{(h_1 + h_2)}{2}$$

$$L = 2S - \frac{800C - 400(h_1 + h_2)}{A}$$

Dengan memberikan angka $h_1 = 1.8\text{m}$, $h_2 = 0.5\text{m}$ dan $C = 5.5\text{m}$, maka persamaan tersebut menjadi:

$$L = 2S - \frac{3480}{A} \quad (2.42)$$

Selain berdasarkan pada pertimbangan jarak pandang dan jarak penyinaran lampu, persyaratan panjang lengkung vertikal cekung juga harus memenuhi beberapa persyaratan lain, yaitu:

1. Bentuk visual

Untuk mengurangi ketidaknyamanan pengemudi akibat adanya gaya sentrifugal dan gravitasi, maka panjang lengkung vertikal cekung tidak boleh kurang dari nilai L berikut:

$$L = \frac{AV^2}{380} \quad (2.43)$$

dimana:

V= kecepatan rencana, km/jam

A= perbedaan aljabar landai

L= panjang lengkung vertikal cekung

2. Kenyamanan mengemudi

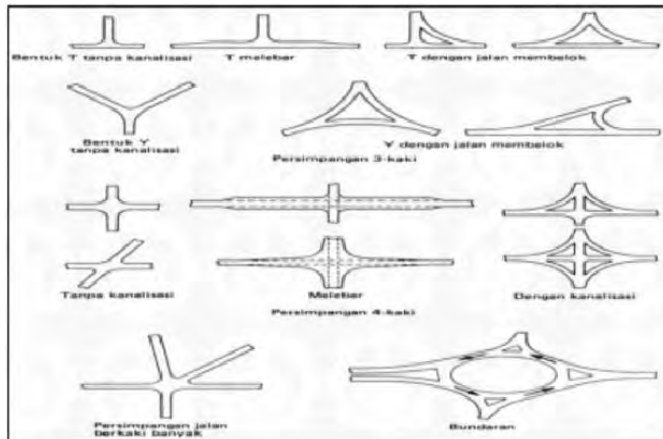
Untuk menghindari terlalu pendeknya panjang lengkung vertikal akibat perbedaan kelandaian yang terlalu kecil, maka panjang lengkung vertikal cekung disyaratkan minimal dapat ditempuh dalam 3 detik dengan menggunakan kecepatan rencana (≥ 3 detik perjalanan)

2.3. Persimpangan

Persimpangan adalah bagian yang tidak terpisahkan oleh jalan, baik jalan dalam kota maupun luar kota. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai jalan daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau persimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya (Khisty dan Lall, 2003).

2.3.1. Persimpangan Sebidang

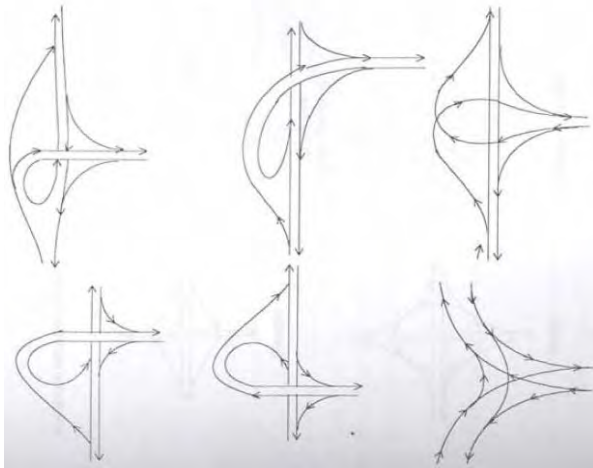
Persimpangan sebidang adalah suatu persimpangan dimana dua atau lebih jalan bersimpangan satu sama lain pada bidang yang sama, dengan tiap jalan (kaki persimpangan) mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk suatu pola persinggungan (Khisty dan Lall, 2003). Untuk bentuk – bentuk persimpangan dapat dilihat pada Gambar 2.26. dibawah ini.



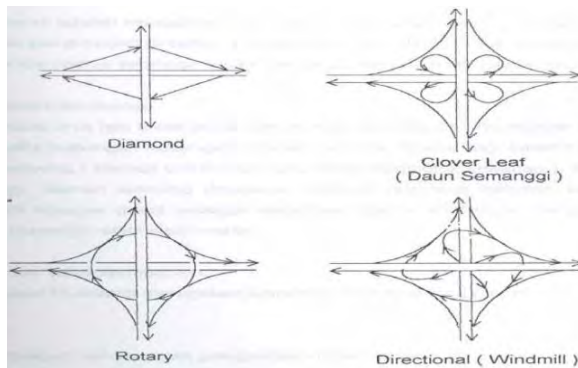
Gambar 2.27 Bentuk umum persimpangan sebidang, (sumber : Khisty dan Lall 2003)

2.3.2. Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tidak sebidang adalah persimpangan dimana ruas jalan tidak bertemu dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada di atas atau bawah jalan yang lain. Adapun jenis persimpangan tidak sebidang yaitu dapat dilihat pada Gambar 2.27 dan Gambar 2.28 di bawah ini.



Gambar 2.28. Bentuk umum persimpangan tidak sebidang bercabang tiga, (sumber : USU digital library 2004)



Gambar 2.29. Bentuk umum persimpangan tidak sebidang bercabang empat, (sumber : USU digital library 2004)

2.3.3 Jarak Pandang Aman Persimpangan

Jak pandang aman Persimpangan disediakan untuk kendaraan di Jalan Major cukup untuk menyebrang ke kaki persimpangan yang lainnya. Tabel 2.27

Tabel 2.10 Jarak Pandang Pada Persimpangan

Kecepatan (km/jam)	Jarak Pandang Masuk (m)	Jarak pandang aman Persimpangan (m)
40	100	60
50	125	80
60	160	105
70	220	130
80	305	165
Sumber : <i>Tata Cara Perencanaan Persimpangan Sebidang Jalan Perkotaan, No. 01/T/BNKT/1992, Bina Marga, Hal. 22</i>		

2.3.4 Alinyemen SImpang

Secara umum alinyemen horizontal untuk jalan lurus harus tetap bila melewati persimpangan. Jari-jari lengkung minimum dan alinyemen vertikal pada suatu persimpangan sebaiknya sama dengan ruas jalan (Tabel 2.28).

Tabel 2.11 Jari-jari Minimum dan Panjang bagian datar Persimpangan

Pada Jalan Mayor di Persimpangan Berprioritas

Kecepatan (km/jam)	Jari-jari Minimum Standar	Jari-jari minimum non standar
80	280	230
60	150	120
50	100	80

40	60	30
30	30	-
20	10	-

Pada Jalan Minor di Persimpangan Berprioritas

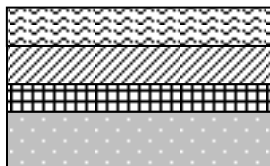
Kecepatan (km/jam)	Jari-jari Minimum Standar
60	60
50	40
40	30
30	15
20	15

Panjang Bagian Datar Pada Persimpang

Kelas Jalan	Panjang (m)
Tipe II Kelas I	40
Tipe II Kelas II	35
Tipe II kelas II	15

2.4. Perkerasan lentur

Perkerasan lentur (flexible pavement) ialah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari (terlihat pada gambar 2.30):



- a. Lapisan permukaan (surface)
- b. Lapisan pondasi atas (base)
- c. Lapisan pondasi bawah (subbase)
- d. Lapisan dasar (subgrade)

Gambar 2.30. Susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur

Sumber : Petunjuk Perencanaan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen

2.4.1. Lapisan Permukaan (Surface Course)

Lapisan permukaan ialah bagian perkerasan yang terletak paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

1. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
2. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat air
3. Sebagai lapisan aus (wearing course), yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

Bahan untuk lapisan permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, di samping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

2.4.2. Lapisan Pondasi Atas (Base Course)

Lapisan pondasi ialah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan permukaan (surface course) dengan lapisan bawah (sub base course) atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapisan pondasi bawah. Fungsi lapisan pondasi antara lain:

1. Sebagai lapisan perkerasan yang menahan beban roda
2. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan

Bermacam-macam bahan alam/bahan setempat ($\text{CBR} \geq 50\%$, $\text{PI} \leq 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah dan stabilitas tanah dengan semen atau kapur.

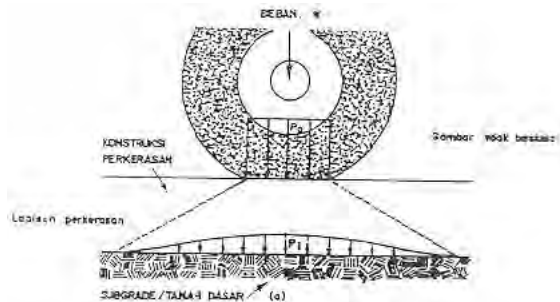
2.4.3. Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course)

Lapisan pondasi bawah ialah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi (base course) dan tanah dasar (subgrade). Fungsi lapisan pondasi bawah antara lain :

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda (terlihat pada gambar 2.31)

2. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
3. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
4. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Ber macam-macam tipe tanah setempat ($CBR \geq 50\%$, $PI \leq 10\%$) yang relatif baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah.



Gambar 2.31. Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman

Keterangan : Pada Gambar 2.31 terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata P_0 . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi P_1 yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.

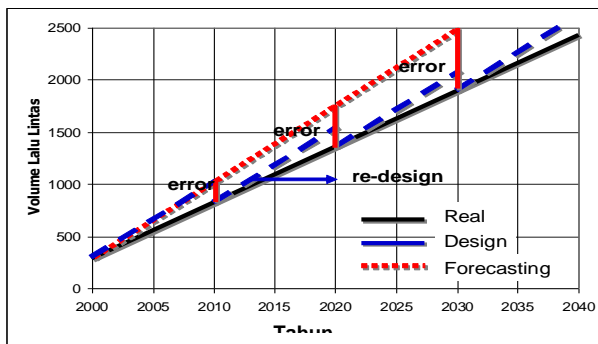
2.4.4. Lapisan Tanah Dasar (Sub Grade Course)

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

2.4.5. Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan besar atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga adalah 5 sampai 10 tahun.

Penentuan umur rencana yang terlalu singkat (< 5 tahun) akan menyebabkan desain perkerasan terlalu tipis dan akan cepat rusak oleh beban lalu lintas. Sedangkan bila umur rencana terlalu lama (> 10 tahun) akan menyebabkan desain tebal perkerasan terlalu tebal sehingga konstruksi menjadi mahal, disamping itu juga menyebabkan tingkat ketelitian untuk perkiraan jumlah lalu lintas yang lewat sampai umur rencana juga menjadi kurang teliti (lihat Gambar 2.32. berikut).



Gambar 2.32. Penentuan Umur Rencana

Sumber : Modul 2 Rekasa Jalan Raya (PS-1364)

2.4.6. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Volume lalu lintas harian rata-rata ini merupakan jumlah kendaraan untuk masing-masing jenisnya. Secara umum jenis kendaraan yang berpengaruh terhadap tebal perkerasan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Truk atau kendaraan barang
2. Bus atau angkutan penumpang umum.
3. Mobil atau kendaraan pribadi.

Khusus untuk jenis kendaraan truk, masih dibagi menjadi beberapa type berdasarkan konfigurasi beban sumbunya (lihat juga tabel 2.14).

Data jumlah kendaraan tersebut dapat diketahui melalui survey traffic counting (survey perhitungan jumlah kendaraan dengan menggunakan alat counter yang biasanya dilakukan selama 24 jam).

Berdasarkan hasil survey tersebut, jumlah kendaraan dipisah berdasarkan masing-masing jenis dan tipe kendaraan seperti tersebut di atas.

Data tersebut merupakan data kendaraan saat ini, untuk perencanaan diperlukan jumlah kendaraan sampai umur rencana. Untuk memperkirakan jumlah kendaraan tersebut dipakai perumusan pertumbuhan sebagai berikut:

$$F = P(1+i)^n$$

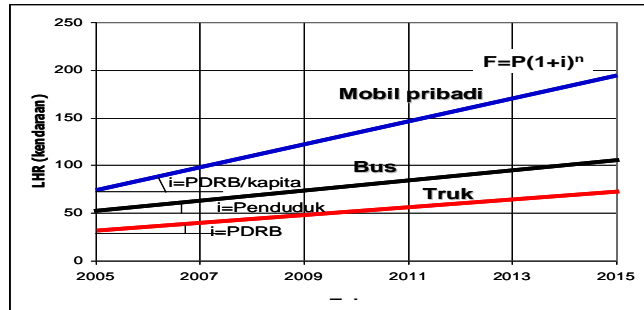
Dimana:

- F : jumlah kendaraan pada saat umur rencana
- P : jumlah kendaraan saat ini
- i : faktor pertumbuhan
- n : umur rencana

Untuk memperkirakan faktor pertumbuhan jumlah kendaraan dapat digunakan pendekatan sebagai berikut:

- a. Pertumbuhan truk atau angkutan barang dapat didekati dengan angka pertumbuhan ekonomi daerah (Product Domestic Regional Bruto – PDRB)
- b. Pertumbuhan bus atau angkutan umum penumpang dapat didekati dengan angka pertumbuhan penduduk

- c. Pertumbuhan mobil penumpang dapat didekati dengan angka pertumbuhan perkapita income (PDRB per kapita). Secara skematis dapat digambarkan seperti pada gambar 2.33 berikut.



Gambar 2.33. Skematis Penentuan Angka Pertumbuhan Jumlah Kendaraan

Sumber : Modul 2 Rekasa Jalan Raya (PS-1364)

Setelah diketahui jumlah kendaraan pada saat umur rencana tersebut kemudian dihitung besar lintas kendaraan yang disesuaikan dengan beban standar.

2.4.7. Kondisi Tanah Dasar

Disamping kondisi lalu lintas maka kondisi tanah dasar (sub grade) juga sangat mempengaruhi perhitungan tebal perkerasan. Kondisi tanah dasar yang dimaksud adalah daya dukung dari tanah dasar. Ukuran untuk menghitung daya dukung tanah dasar konstruksi jalan adalah hasil dari test California Bearing Ratio (CBR). California Bearing Ratio ialah suatu jenis test untuk mengukur daya dukung/ kekuatan geser tanah atau bahan pondasi jalan dengan mencari besarnya gaya yang diperlukan untuk menekan piston kepermukaan tanah sedalam 0,1 inch (atau juga 0,2 inch). Harga CBR dapat dicari

dengan dua cara yaitu langsung dari lapangan dan dari laboratorium.

Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (undisturb), kemudian direndam (hal ini dilakukan karena pada kondisi terendam sebagai simulasi kondisi hujan, tanah tersebut mempunyai daya dukung yang paling rendah) dan diperiksa harga CBRnya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan pada saat musim hujan.

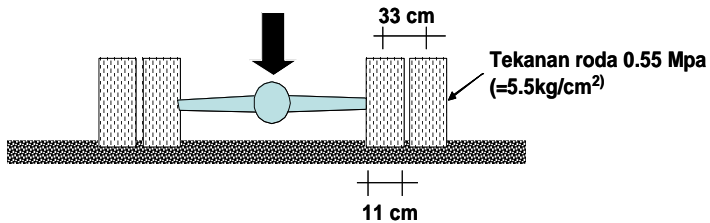
CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Sementara ini dianjurkan untuk memperkirakan daya dukung tanah dasar berdasarkan pengukuran nilai CBR. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- 1) Ditentukan harga CBR terendah.
- 2) Ditentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- 3) Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 %, sedangkan jumlah lainnya merupakan prosentase dari 100%.
- 4) Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah tadi.
- 5) Harga CBR yang mewakili untuk pembuatan jalan ialah yang didapat dari angka prosentase 90% atau dari angka prosentase 75%.

2.4.8. Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Angka ekuivalen beban sumbu adalah: angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8.16 ton (beban standar) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan lewat satu kali.

Beban standar tersebut dapat dilihat pada gambar 2.34.berikut.






$$P=8.16 \text{ ton} = 18000 \text{ pon}$$

Gambar 2.34. Beban Standar 8.16 t

Besar Ekuivalen Beban Sumbu Standar ini dapat dirumuskan seperti tabel 2.12.

Tabel 2.12. Rumus Untuk Ekuivalen Beban Sumbu

Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Rumus
Tunggal		$\left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tandem/Ganda		$0.0863 \left(\frac{P}{8.16}\right)^4$
Tridem		$0.0148 \left(\frac{P}{8.16}\right)^{4.52}$



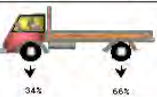





Berikut akan diberikan nilai ekuivalen faktor kerusakan untuk beberapa besar beban sumbu dan jenis kendaraan yang tercatat dalam tabel 2.12 dan Tabel 2.13.

Tabel 2.13.Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1.000	2.205	0,0002	-
2.000	4.409	0,0036	0,0003
3.000	6.614	0,0183	0,0016
4.000	8.818	0,0577	0,0050
5.000	11.023	0,1410	0,0121
6.000	13.228	0,2923	0,0251
7.000	15.432	0,5415	0,0466
8.000	17.637	0,9238	0,0794
8.160	18.000	1,0000	0,0860
9.000	19.841	1,4798	0,1273
10.000	22.046	2,2555	0,1940
11.000	24.251	3,3022	0,2840
12.000	26.455	4,6770	0,4022
13.000	28.660	6,4419	0,5540
14.000	30.864	8,6647	0,7452
15.000	33.069	11,4184	0,9820
16.000	35.276	14,7815	1,2712

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Tabel 2.14. Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8,16 ton
Beban As Tunggal

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1.1 MP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	 ↓ 50% ↓ 50%
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	 ↓ 34% ↓ 66%
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	 ↓ 34% ↓ 66%
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	 ↓ 34% ↓ 66%
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	 ↓ 25% ↓ 75%
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	 ↓ 16% ↓ 36% ↓ 24% ↓ 24%
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	 ↓ 18% ↓ 41% ↓ 41%
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	 ↓ 18% ↓ 28% ↓ 54%

Sumber : Dept.PU Bina Marga

2.4.9. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen

Ada 2 macam metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan jalan yaitu metode AASTHO dan metode Bina Marga. metode Bina Marga dipilih karena metode ini telah disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

Perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga berdasarkan “Petunjuk Perencanaan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen“. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, beberapa parameter yang berpengaruh dalam penentuan tebal perkerasan metode Bina Marga adalah lalu lintas harian rata-rata, angka ekivalen, lintas ekivalen permukaan, lintas ekivalen akhir, lintas ekivalen tengah, lintas ekivalen rencana, daya dukung tanah dasar, indeks permukaan, faktor regional, indeks tebal perkerasan dan tebal perkerasan.

1. Lintas Ekivalen Permukaan

Lintas Ekivalen Permukaan (LEP) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

(2.44)

Dimana: J= Jenis kendaraan
E= Angka Ekivalen tiap jenis kendaraan
C= Koefisien Distribusi Kendaraan (lihat tabel 2.13.)

Tabel 2.15. Koefisien Distribusi Kendaraan Pada Lajur Rencana

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan (Berat total < 5 ton)		Kendaraan Berat (Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	3 Arah	4 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga.

2. Lintas Ekuivalen Akhir

Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA dihitung dengan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{Umur \text{ rencana}} \times C_j \times E_j \quad (2.45)$$

3. Lintas Ekuivalen Tengah

Lintas Ekuivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. Untuk menghitung LET digunakan rumus :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

(2.46)

4. Lintas Ekivalen Rencana

Lintas Ekivalen Rencana (LER) ialah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana. Perumusan menghitung LER ialah :

$$LER = LET \times FP$$

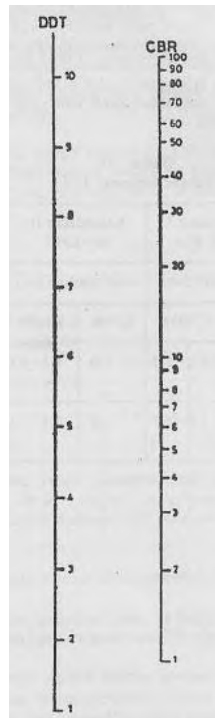
(2.47)

dimana :

$$FP(\text{Faktor Penyesuaian}) = \frac{\text{Umur Rencana}}{10}$$

5. Daya Dukung Tanah Dasar

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ialah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR. Nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan gambar korelasi DDT dan CBR pada gambar 2.35.



Gambar 2.35.Korelasi DDT dan CBR

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Catatan : Hubungkan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri hingga diperoleh nilai DDT.

6. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan (IP) ialah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan keratan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Indeks Permukaan diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak-retak, alur-alur,

lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya ialah seperti yang tersebut dibawah ini :

IP = 1,0 : menyatakan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER) seperti dicantumkan pada tabel 2.16.

Tabel 2.16. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	Tol
< 10	1,0	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT (Jalan Padat Tahan Cuaca)/ Jalan Murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

Dalam menentukan IP pada awal umur rencana perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/ kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana seperti yang dicantumkan pada tabel 2.17.

Tabel 2.17.Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,4	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

7. Faktor Regional

Faktor Regional (FR) ialah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Nilai Faktor Regional (FR) didapat berdasarkan klasifikasi tanah yang ada pada tabel 2.18.

Tabel 2.18.Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Berat kendaraan		% Berat kendaraan		% Berat Kendaraan	
	≤ 30%	>30%	<30 %	>30%	≤30%	>30 %
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklim II >900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Keterangan : Iklim I<900mm/th maksudnya curah hujan yang terjadi selama 1 tahun di bawah 900mm.

Pada bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

8. Indeks Tebal Perkerasan

Indeks Tebal Pakerasan (ITP) ialah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan jalan yang nilainya didapat dengan nomogram pada gambar 2.38.sampai dengan gambar 2.46. Untuk harga LER>10.000 nilai ITP diperoleh dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{LogWt}_{18} = & 9,36 \text{Log} \left(\frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{Gt}{0,40 + \frac{1094}{\left(\frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} \\ & + \text{Log} \frac{1}{FR} + 0,372 \left(\frac{DDT}{1,2} - 3 \right) \dots\dots\dots (2.48) \end{aligned}$$

$$\text{Wt}_{18} = \text{LER} \times \text{Umur Rencana} \times 365 \dots\dots\dots (2.49)$$

$$Gt = \text{Log} \left[\frac{IP_o - IP_t}{IP_o - 1,5} \right] \dots\dots\dots (2.50)$$

Dimana :

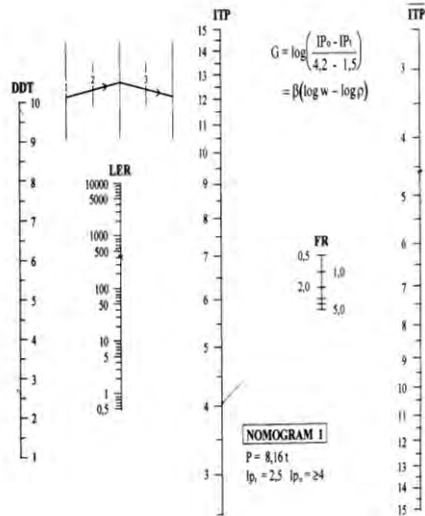
Wt 18 = Beban lalu lintas selama umur rencana atas dasar sumbu tunggal 18000 pon yang telah diperhitungkan terhadap faktor regional.

Gt = Fungsi logaritma dari perbandingan antara kehilangan tingkat pelayanan dari IP= Ipo sampai IP=Ipt dengan kehilangan tingkat pelayanan dari Ipo sampai Ipt=1,5.

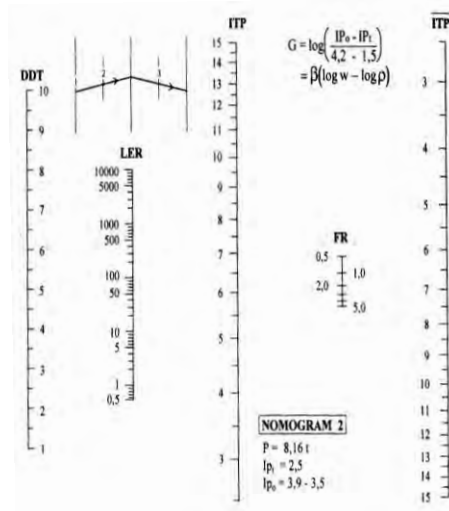
ITP = Indeks Tebal Perkerasan

DDT = Daya Dukung Tanah

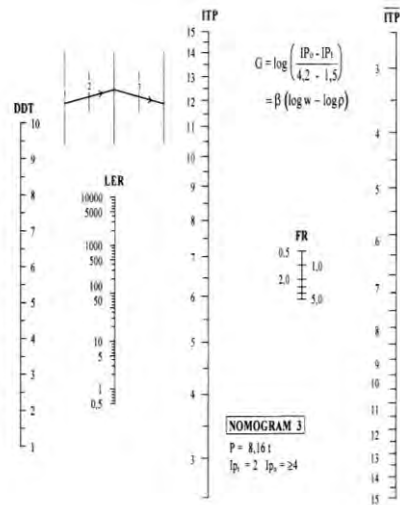
FR = Faktor Regional



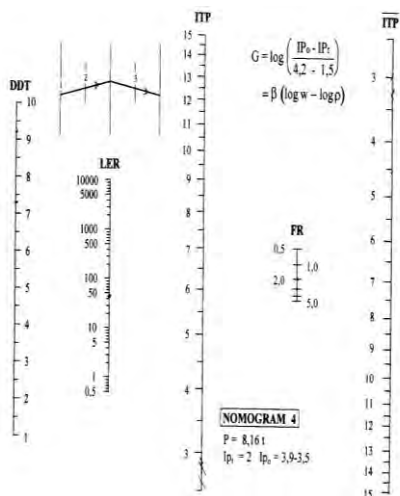
Gambar 2.36.Nomogram 1



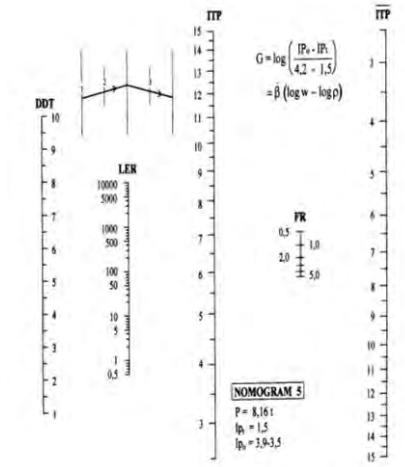
Gambar 2.37.Nomogram 2



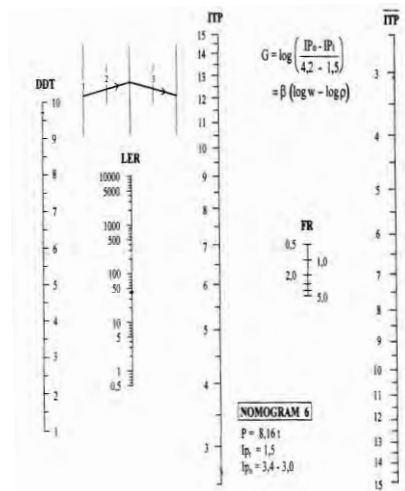
Gambar 2.38.Nomogram 3



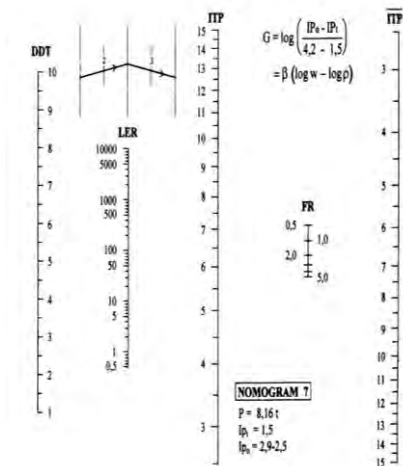
Gambar 2.39.Nomogram 4



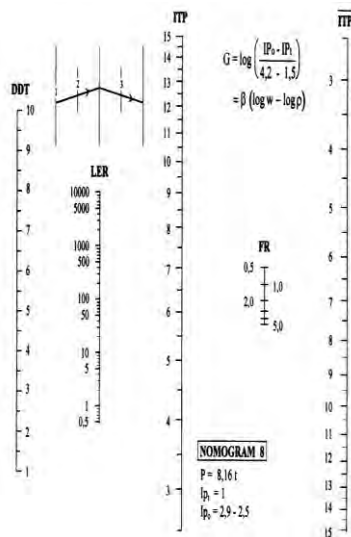
Gambar 2.40.Nomogram 5



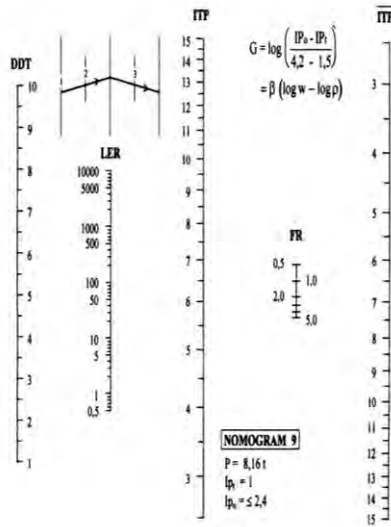
Gambar 2.41.Nomogram 6



Gambar 2.42. Nomogram 7



Gambar 2.43. Nomogram 8



Gambar 2.44.Nomogram 9

9. Tebal Perkerasan

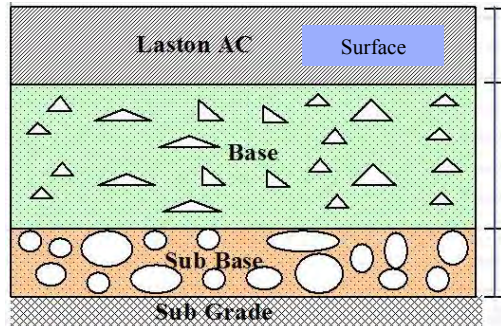
Dalam menentukan tebal perkerasan digunakan perumusan sebagai berikut:

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 \quad (2.51)$$

Dimana:

$A_{1,2,3}$ = Koefisien kekuatan relatif permukaan, lapis pondasi dan pondasi bawah.

$D_{1,2,3}$ = Tebal tiap-tiap lapisan



Gambar 2.45. Susunan Lapis Perkerasan Jalan

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dari aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan dari lapis pondasi bawah). Nilai koefisien kekuatan relatif (a) ditunjukkan pada tabel 2.19.

Tabel 2.19. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	MS (kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.40	-	-	744	-	-	Laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	

Lanjutan Tabel 2.19. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
A1	A2	A3	MS (kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0.30	-	-	340	-	-	HRA
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen(mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0.26	-	454	-	-	
-	0.24	-	340	-	-	
-	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0.19	-	-	-	-	Lapen(manual)
-	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0.13	-	-	18	-	
-	0.15	-	-	22	-	
-	0.13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0.14	-	-	-	100	
-	0.13	-	-	-	80	
-	0.12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas A)
-	-	0.13	-	-	70	Batu Pecah (kelas B)
-	-	0.12	-	-	50	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0.11	-	-	30	Sirtu/pitrum (kelas A)
-	-	0.10	-	-	20	Sirtu/pitrum (kelas B)
-	-	0.10	-	-	20	Sirtu/pitrum (kelas C)
						Tanah/ lempung kepasiran

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Batasan-batasan minimum Tebal Lapisan Perkerasan :

1. Lapis Permukaan; tebal minimum (tercatat dalam tabel 2.20) dari lapis permukaan jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

Tabel 2.20.Minimum Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras, Burtu, Burda)
3,00-6,70	5	Lapen/ aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71-7,49	7,5	Lapen/ aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50-9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10	10	Laston

Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

2. Lapis Pondasi; tebal minimum (lihat Tabel 2.21) dari lapis pondasi jalan tergantung dari nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).

Tabel 2.21. Tebal Minimum Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
<3.00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3.00 – 7.49	20*)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
7.50 – 9.99	10	Laston atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 – 12.14	15	Laston atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas.
≥ 12.25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas.

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

*) Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi digunakan material berbutir kasar.

3. Lapis Pondasi Bawah; untuk setiap nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) bila digunakan untuk pondasi bawah, tebal minimum 10 cm.

2.5. Perencanaan Drainase

Dengan adanya drainase permukaan diharapkan dapat mengendalikan air hujan yang jatuh pada permukaan jalan dengan cepat mengalir ke sistem drainase. Acuan yang digunakan dalam perencanaan drainase adalah Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994 sebagai berikut :

1. Pembuatan Sistem Drainase

Permukaan perkerasan jalan dibuat dengan kemiringan tertentu dengan tujuan agar air hujan dapat mengalir dari perkerasan menuju ke drainase.

2. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi yang dihitung terdiri dari :

1. Data Curah Hujan
2. Periode Ulang
3. Lama waktu Curah Hujan
4. Waktu Konsentrasi (T_c)

3. Analisa Debit Drainase

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir yang masuk ke dalam saluran tepi, yang dapat dihitung dengan metode brasional.

a. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan daerah sekelilingnya.

b. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Dalam perhitungan intensitas curah hujan (I) digunakan analisa distribusi frekuensi dengan rumus :

$$R_t = R + \frac{S_r}{S_n}(Y_t + Y_n)$$

$$R_t = \sqrt{\frac{\sum(R_1 - R_2)^2}{n}}$$

$$\text{Maka : } I = \frac{90\% \cdot R_t}{4}$$

Keterangan :

R_t = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

\bar{R} = Tinggi hujan maksimum rata – rata

Y_t = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (lihat table)

Y_n = Nilai yang tergantung pada (nilai tabel)

S_n = Standart Deviasi yang merupakan fungsi dari nilai n (lihat tabel)

4. Dimensi Saluran Tepi

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan pertimbangan – pertimbangan antara lain :

- a) Kondisi tanah dasar
- b) Kecepatan aliran
- c) Dalam atau dangkalnya kedudukan air tanah

Pada umumnya saluran tepi dibuat mengikuti kelandaian jalan.

2.6. Rencana Rambu Lalu-lintas

Rambu lalu-lintas adalah bagian dari perlengkapan jalan yang memuat lambing, huruf, angka, kalimat dan/ atau perpaduan di antaranya yang digunakan untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan.

2.7. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya pada tugas akhir ini mengacu pada HSPK wilayah setempat. Volume pada tiap komponen gambar detail akan dihitung agar dapat menentukan rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan rencana Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini.

BAB III METODOLOGI

Metodologi suatu perencanaan jalan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil dari trase jalan, lebar jalan, tebal perkerasan, dan dimensi saluran yang dibutuhkan.

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

3.1. Persiapan

Tahap Persiapan ini dilakukan untuk mempersiapkan beberapa surat atau dokumen yang dibutuhkan sebagai syarat meminta data perencanaan. Adapun kegiatan yang dilakukan diantaranya :

1. Membuat surat pengantar dari KAJUR sebagai syarat untuk meminta data pada beberapa instansi terkait.
2. Mencari informasi sekaligus meminta data – data kepada instansi yang terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa Timur dan Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Pemprov Jawa Timur.
3. Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir.

3.2. Pengumpulan data

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan Tugas Akhir, dilakukan pengumpulan data – data serta sumbernya sebagai berikut:

1. Peta lokasi : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur
2. LHR : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur
3. CBR tanah dasar : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Pemprov Jawa timur

4. Curah Hujan : Dinas Pekerjaan Umum Pengairan
Pemprov Jawa timur

3.3. Pengolahan Data

Data yang didapat dari beberapa instansi tersebut kemudian diolah agar mendapatkan data jadi. Adapun beberapa pengolahan data yang dilakukan adalah :

3.3.1. Pengolahan data lalu lintas

Data lalu lintas yang berupa LHR dianalisa untuk mendapatkan tingkat pertumbuhan kendaraan baik pertumbuhan rata-rata maupun pertumbuhan tiap jenis kendaraan sampai dengan akhir umur rencana. Dengan angka pertumbuhan kendaraan didapatkan data kapasitas kendaraan yang diperlukan untuk merencanakan pelebaran jalan. Sedangkan untuk perkerasan jalan diperlukan data-data beban kendaraan, yaitu : beban yang berkaitan dengan beban sumbu kendaraan, volume lalu lintas, pertumbuhan lalu lintas dan konfigurasi roda.

3.3.2. Pengolahan data CBR tanah dasar

Analisa tanah dasar dilakukan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya tahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Pada analisa ini diperlukan data CBR dari beberapa tempat sehingga didapatkan nilai CBR rencana. Dengan CBR rencana ini akan didapatkan daya dukung tanah dasar yang dinyatakan dengan modulus reaksi tanah dasar.

3.3.3. Pengolahan data curah hujan

Digunakan untuk perencanaan besarnya debit limpasan yang terjadi pada suatu Catchment Area, dimana besarnya debit untuk menghitung dimensi saluran drainase jalan. Data curah hujan diambil dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi studi.

3.4. Perencanaan Geometrik Jalan

Pada tahap ini sebagian besar perencanaan mengacu pada peta lokasi studi dan peta kontur. Adapun perencanaan yang dilakukan adalah :

3.4.1. Jarak pandang

Jarak pandangan dihitung untuk keperluan alinemen horisontal dan vertikal.

3.4.2. Alinemen horisontal

Tahap perhitungan alinemen horisontal dilakukan setelah trase sudah terpilih.

3.4.3. Alinemen vertikal

Alinemen vertikal direncanakan untuk memperkecil jumlah timbunan atau galian. Perencanaan alinemen vertikal ini mengacu pada potongan memanjang jalan.

3.5. Perencanaan Konstruksi Perkerasan Lentur

Pada tahap perencanaan perkerasan ini digunakan metode analisa komponen Bina Marga. Pada awal tahap ini mengacu pada hasil pengolahan data cbr yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Kemudian tebal perkerasan akan didapat melalui proses perhitungan lalu-lintas sesuai umur rencana dan menggambar garis pada nomogram.

3.6. Perencanaan Drainase

Proses analisa perhitungan perencanaan drainase mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) No: 03-3424-1994. Data yang digunakan untuk perencanaan drainase tersebut adalah data curah hujan.

3.7. Gambar Rencana

Pada tahap ini gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan

drainase. Pembuatan gambar rencana dapat dilakukan setelah selesainya analisa perencanaan jalan. Gambar rencana dibuat dengan detail untuk memudahkan proses pelaksanaan pekerjaan dilapangan.

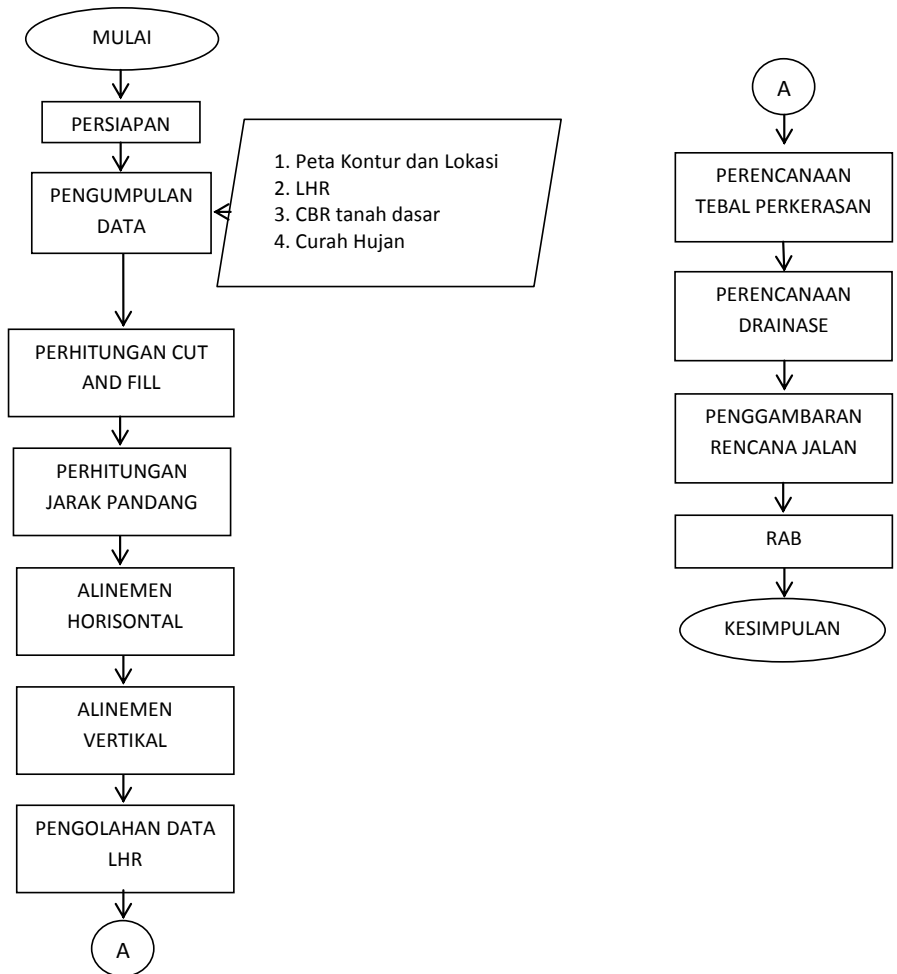
3.8. Perencanaan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perencanaan RAB mengacu pada HSPK wilayah setempat. Perhitungan ini didasarkan pada volume masing-masing material yang digunakan untuk pelaksanaan rencana jalan.

3.9. Kesimpulan Dan Saran

Tahap ini adalah penutup dari Tugas Akhir perencanaan jalan ini. Didalam perencanaan konstruksi jalan, hasil akhir yang didapatkan adalah terealisasikannya apa yang telah direncanakan yaitu jalan baru yang telah sesuai dengan apa yang telah perhitungkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Jalan yang telah dibuat diharapkan untuk memperlancar arus lalu lintas pada Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya.

Untuk mempermudah proses pengerjaan, maka metodologi disusun membentuk suatu flow chart / bagan metodologi. Secara umum bagan metodologi yang digunakan dalam Tugas Akhir ini terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram alir metodologi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Umum

Perencanaan Jalan Lingkar Barat Metropolitan berlokasi di Kota Surabaya. Proyek ini memiliki panjang jalan total 25,772 km dan direncanakan jalan 4 lajur 2 arah terbagi.

Untuk mendukung dalam perencanaan jalan, maka data – data yang di butuhkan antara lain :

- a. Peta Kontur Lokasi Proyek
- b. Data Geometrik Jalan
- c. Data CBR Tanah Dasar
- d. Data Lalu Lintas (LHR)
- e. Data Curah Hujan

Dari semua data diatas kemudian dapat dimulai perencanaan konstruksi jalan yang optimal.

4.2 Pengumpulan data

4.2.1 Peta Kontur Lokasi Proyek

Jalan lingkar barat metropolitan dimulai dari Jalan Mayjen Sungkono Gresik, yaitu pertemuan dengan Jalan Veteran, dan berakhir di Krian Bypass Sidoarjo, yaitu ± 600 m dari awal Bypass Krian . Dimana jalan ini akan direncanakan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2D).

Proyek Jalan Lingkar Barat Surabaya ini memiliki panjang jalan total 25,772 km dimulai dari STA 0+000 sampai STA 25+772. Untuk Tugas Akhir ini diambil 21,327 km mulai dari STA 4+445 – STA 25+772 dengan judul “Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya”.

4.2.2 Data CBR

Data CBR dibutuhkan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya tahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Data ini tercatat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Data CBR

		Harga CBR %	
		0,1"	0,2"
0+100	Atas	6.33	6.27
	Bawah	5.27	5.78
1+800	Atas	4.13	5.53
	Bawah	4.33	5.58
3+600	Atas	4.67	5.76
	Bawah	5.3	5.56
5+100	Atas	3.93	3.29
	Bawah	3.63	3.11
10+100	Atas	4.27	5.07
	Bawah	4.07	4.78
15+100	Atas	4.93	4.47
	Bawah	4.57	4.07
18+100	Atas	5.27	4.89
	Bawah	5.83	5.56
23+300	Atas	3.33	3.04
	Bawah	4.1	3.91
23+600	Atas	6.33	5.84
	Bawah	5.9	5.56
24+900	Atas	3.7	3.93
	Bawah	3.33	3.64

Sumber : Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.3 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas dibutuhkan untuk perhitungan kapasitas jalan dan tebal perkerasan. Data yang diperoleh adalah rekapitulasi hasil survey tahun 2010, 2011, dan 2012. Data tersebut tercatat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data lalu lintas harian rata-rata ruas Jalan Krian - Legundi selama 3 tahun

No	Jenis Kendaraan	Tahun		
		2010	2011	2012
1	SPD MOTOR, SPD KUMBANG, RODA 3	29072	29958	37423
2	SEDAN, JEEP, STATION WAGON, MINIBUS, VAN	3665	3840	3969
3	OPLET, PICK UP OPLET, COMBI	1147	1275	1715
4	PICK UP, MICRO TRUCK, MOBIL BOX	2592	2607	2743
5	BUS KECIL	25	37	39
6	BUS BESAR	43	69	68
7	TRUCK SEDANG, TRUCK BERAT, 2 AS	5675	5863	6556
8	TRUCK BERAT, 3 AS	835	888	1186
9	TRUCK GANDENG	343	395	408
10	TRUCK TRAILLER	419	219	294
11	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	213	2438	149

Sumber : Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa Timur

4.2.4 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur. Data curah hujan dari pengamatan didapatkan curah hujan rata – rata terbesar per tahun selama 10 tahun sebagaimana tercatat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Curah Hujan 10 Tahun Terakhir

NO	TAHUN	DATA CURAH HUJAN TAHUNAN (mm)
1	2000	441
2	2001	447
3	2002	0
4	2003	410
5	2004	469
6	2005	362
7	2006	300
8	2007	411
9	2008	231
10	2009	544
Rata- Rata		362

Sumber : Dinas PU Bina Marga Propinsi Jawa

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas mengenai jumlah kendaraan bermotor mulai tahun 2010 – 2012 digunakan untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas masing – masing jumlah kendaraan. Untuk menjamin keakuratan hasil perhitungan pertumbuhan lalu lintas maka digunakan program excel dalam pelaksanaan perhitungannya.

Rumus yang digunakan untuk mencari tingkat pertumbuhan lalu lintas tersebut dinamakan rumus forecasting. Berikut ini adalah langkah – langkah mencari pertumbuhan lalu lintas tiap kendaraan dengan cara perhitungan forecasting:

- Masukkan data – data lalu lintas seperti kendaraan bermotor pada kolom “y” dan tahun perolehan data – data lalu lintas tersebut ke dalam kolom “x” secara berurutan dari tahun pertama sampai tahun terakhir.
- Masukkan rumus forecasting untuk mengetahui pertumbuhan pada tahun terakhir.
- Dari rumus forecasting dapat kita peroleh prediksi pertumbuhan tiap kendaraan untuk masing – masing tahun pada umur 10 tahun mendatang

• **Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan sepeda motor tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.4 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas sepeda motor pada tabel 4.5

Tabel 4.4. Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

n	x	y	x.y	x^2	y^2
1	2010	7268	14608680	4040100	52823824
2	2011	7490	15061385	4044121	56092610
3	2012	9356	18823769	4048144	87530058.06

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.5. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Sepeda Motor

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	10126	20382632	4052169	102525750
5	2014	11169	22495121	4056196	124754938
6	2015	12213	24609699	4060225	149163476
7	2016	13257	26726364	4064256	175751363
8	2017	14301	28845117	4068289	204518601
9	2018	15345	30965958	4072324	235465189
10	2019	16389	33088886	4076361	268591127
11	2020	17433	35213903	4080400	303896414
12	2021	18477	37341007	4084441	341381052
13	2022	19520	39470198	4088484	381045040
14	2023	20564	41601478	4092529	422888378

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Sedan Jeep**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan sedan jeep tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.6 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas sedan jeep pada tabel 4.7

Tabel 4.6. Pertumbuhan Lalu Lintas Sedan Jeep

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	1833	3683325	4040100	3358056
2	2011	1920	3861120	4022	3686400
3	2012	1985	3992814	4048144	3938240

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.7. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Sedan Jeep

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	2064	4155503	4052169	4261472
5	2014	2140	4310631	4056196	4581027
6	2015	2216	4465912	4060225	4912133
7	2016	2292	4621344	4064256	5254792
8	2017	2368	4776928	4068289	5609003
9	2018	2444	4932665	4072324	5974765
10	2019	2520	5088553	4076361	6352080
11	2020	2596	5244593	4080400	6740947
12	2021	2672	5400786	4084441	7141365
13	2022	2748	5557130	4088484	7553336
14	2023	2824	5713626	4092529	7976859

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Oplet dan Pick Up**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Oplet dan Pick Up tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.8 dan Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Oplet dan Pick Up pada tabel 4.9

Tabel 4.8. Pertumbuhan Lalu Lintas Oplet dan Pick Up

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	574	1152735	4040100	328902.25
2	2011	638	1282012.5	4044121	406406.2500
3	2012	858	1725290	4048144	735306.25

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.9. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Oplet dan Pick Up

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	974	1959656	4052169	947702
5	2014	1116	2246617	4056196	1244340
6	2015	1258	2533863	4060225	1581306
7	2016	1400	2821392	4064256	1958600
8	2017	1542	3109206	4068289	2376222
9	2018	1684	3397303	4072324	2834172
10	2019	1826	3685685	4076361	3332450
11	2020	1968	3974350	4080400	3871056
12	2021	2110	4263300	4084441	4449990
13	2022	2252	4552533	4088484	5069252
14	2023	2394	4842051	4092529	5728842

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Mikro Truck**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Mikro Truck tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.10 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas mikro truck pada tabel 4.11

Tabel 4.10. Pertumbuhan Lalu Lintas Mikro Truck

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	1296	2604960	4040100	1679616
2	2011	1304	2621338.5	4044121	1699112.2500
3	2012	1372	2759458	4048144	1881012.25

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.11. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Mikro Truck

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	1399	2816523	4052169	1957667
5	2014	1437	2893950	4056196	2064730
6	2015	1475	2971453	4060225	2174642
7	2016	1512	3049032	4064256	2287404
8	2017	1550	3126686	4068289	2403017
9	2018	1588	3204416	4072324	2521479
10	2019	1626	3282221	4076361	2642792
11	2020	1663	3360102	4080400	2766955
12	2021	1701	3438058	4084441	2893968
13	2022	1739	3516090	4088484	3023831
14	2023	1777	3594197	4092529	3156544

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Bus kecil**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Bus kecil tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.12 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas bus kecil pada tabel 4.13

Tabel 4.12. Pertumbuhan Lalu Lintas Bus kecil

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	13	25125	4040100	156.25
2	2011	19	37203.5	4044121	342.25
3	2012	20	39234	4048144	380.25

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.13. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Bus kecil

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	24	47976	4052169	568
5	2014	27	55049	4056196	747
6	2015	31	62129	4060225	951
7	2016	34	69216	4064256	1179
8	2017	38	76310	4068289	1431
9	2018	41	83411	4072324	1708
10	2019	45	90518	4076361	2010
11	2020	48	97633	4080400	2336
12	2021	52	104755	4084441	2687
13	2022	55	111884	4088484	3062
14	2023	59	119020	4092529	3461

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Bus besar**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Bus besar tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.14 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas bus besar pada tabel 4.15

Tabel 4.14. Pertumbuhan Lalu Lintas Bus besar

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	26	51858	4040100	665.64
2	2011	41	83255	4044121	1714.0
3	2012	41	82089.6	4048144	1664.64

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.15. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Bus besar

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	51	102663	4052169	2601
5	2014	59	117819	4056196	3422
6	2015	66	132990	4060225	4356
7	2016	74	148176	4064256	5402
8	2017	81	163377	4068289	6561
9	2018	89	178593	4072324	7832
10	2019	96	193824	4076361	9216
11	2020	104	209070	4080400	10712
12	2021	111	224331	4084441	12321
13	2022	119	239607	4088484	14042
14	2023	126	254898	4092529	15876

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 2 sumbu**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Truck 2 sumbu tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.16 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas truck 2 sumbu pada tabel 4.17

Tabel 4.16. Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 2 sumbu

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	3405	6844050	4040100	11594025
2	2011	3518	7074295.8	4044121	12374917
3	2012	3934	7914403.2	4048144	15473208.96

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.17. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 2 sumbu

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	4147	8348716	4052169	17200927
5	2014	4412	8885164	4056196	19463097
6	2015	4676	9422140	4060225	21864976
7	2016	4940	9959645	4064256	24406564
8	2017	5205	10497678	4068289	27087861
9	2018	5469	11036240	4072324	29908867
10	2019	5733	11575331	4076361	32869582
11	2020	5998	12114950	4080400	35970006
12	2021	6262	12655098	4084441	39210139
13	2022	6526	13195774	4088484	42589981
14	2023	6790	13736979	4092529	46109532

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 3 sumbu**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Truck 3 sumbu tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.18 dan dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas truck 3 sumbu pada tabel 4.19

Tabel 4.18. Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 3 sumbu

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	668	1342680	4040100	446224
2	2011	710	1428614.4	4044121	504668
3	2012	949	1908985.6	4048144	900221

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.19. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Truck 3 sumbu

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	1057	2126802	4052169	1116263
5	2014	1197	2410624	4056196	1432649
6	2015	1337	2694727	4060225	1788460
7	2016	1478	2979110	4064256	2183696
8	2017	1618	3263775	4068289	2618355
9	2018	1759	3548720	4072324	3092439
10	2019	1899	3833946	4076361	3605948
11	2020	2039	4119453	4080400	4158880
12	2021	2180	4405241	4084441	4751237
13	2022	2320	4691310	4088484	5383019
14	2023	2461	4977659	4092529	6054224

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Truck gandeng**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Truck gandeng tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.20 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas truck gandeng pada tabel 4.21

Tabel 4.20. Pertumbuhan Lalu Lintas Truck gandeng

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	274	551544	4040100	75295.36
2	2011	316	635476	4044121	99856.00
3	2012	326	656716.8	4048144	106536.96

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.21. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Truck gandeng

n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	358	719849	4052169	127878
5	2014	384	772570	4056196	147149
6	2015	410	825344	4060225	167772
7	2016	436	878170	4064256	189747
8	2017	462	931047	4068289	213075
9	2018	488	983977	4072324	237754
10	2019	514	1036958	4076361	263785
11	2020	540	1089992	4080400	291168
12	2021	566	1143078	4084441	319903
13	2022	592	1196215	4088484	349991
14	2023	618	1249405	4092529	381430

- **Pertumbuhan Lalu Lintas Truck trailer**

Pertumbuhan lalu lintas rata – rata kendaraan Truck trailer tahun 2010 sampai tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.22 dan hasil forecasting pertumbuhan lalu lintas truck trailer pada tabel 4.23

Tabel 4.22. Pertumbuhan Lalu Lintas Truck trailer

n	x	y	x.y	x ²	y ²
1	2010	335	673752	4040100	112359.04
2	2011	350	704654.4	4044121	122780.16
3	2012	470	946444.8	4048144	221276.16

Hasil forecasting dengan rumus = forecasting(x, known y's, known x's)

Tabel 4.23. Hasil Forecasting Pertumbuhan Lalu Lintas Truck trailer

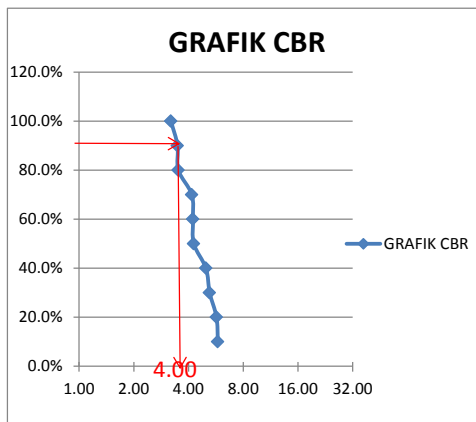
n	x	y	x.y	x ²	y ²
4	2013	521	1047834	4052169	270955
5	2014	588	1184501	4056196	345901
6	2015	656	1321303	4060225	429986
7	2016	723	1458240	4064256	523211
8	2017	791	1595313	4068289	625576
9	2018	859	1732520	4072324	737079
10	2019	926	1869863	4076361	857723
11	2020	994	2007341	4080400	987506
12	2021	1061	2144955	4084441	1126428
13	2022	1129	2282703	4088484	1274490
14	2023	1197	2420587	4092529	1431692

4.3.2 Data CBR Tanah Dasar

Dalam perhitungan analisa CBR tanah dasar untuk mengetahui kekuatan geser tanah dan daya dukung tanah tipis. Test CBR hanya untuk jalan saja, dimana beban kendaraan adalah beban sementara.

Tabel 4.24. Perhitungan Data CBR Design

No.	Harga CBR	Jumlah yang sama lebih besar	Prosentase yang sama lebih besar
1	3.20	10	$10/10 \times 100\% = 100.0\%$
2	3.48	9	$9/10 \times 100\% = 90.0\%$
3	3.52	8	$8/10 \times 100\% = 80.0\%$
4	4.17	7	$7/10 \times 100\% = 70.0\%$
5	4.23	6	$6/10 \times 100\% = 60.0\%$
6	4.27	5	$5/10 \times 100\% = 50.0\%$
7	4.99	4	$4/10 \times 100\% = 40.0\%$
8	5.23	3	$3/10 \times 100\% = 30.0\%$
9	5.70	2	$2/10 \times 100\% = 20.0\%$
10	5.80	1	$1/10 \times 100\% = 10.0\%$

**Gambar 4.1.** Grafik perhitungan CBR rencana

CBR rencana adalah 90% dari harga CBR segmen. Dari perhitungan dengan menggunakan cara grafis didapatkan CBR rencana sebesar 4,0 %

4.3.3 Data Curah Hujan

Dalam perhitungan analisa curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) dari stasiun hujan

yang terdekat sepanjang ruas jalan lingkaran barat adalah sebagai berikut :

Tabel 4.25. Perhitungan analisis frekuensi curah hujan Stasiun Menganti

No	Tahun	Curah Hujan (Ri)	(Ri-R)	(Ri-R) ²
1	2000	441	79.5	6320.25
2	2001	447	85.5	7310.25
3	2002	0	-361.5	130682.3
4	2003	410	48.5	2352.25
5	2004	469	107.5	11556.25
6	2005	362	0.5	0.25
7	2006	300	-61.5	3782.25
8	2007	411	49.5	2450.25
9	2008	231	-130.5	17030.25
10	2009	544	182.5	33306.25
	Σ	3615		214790.5

- Tinggi hujan maksimum stasiun hujan Menganti

$$\bar{X} = \sum \frac{Ri}{n}$$

$$\bar{X} = \sum \frac{3615}{10} = 361.5mm$$

Keterangan :

n = 10 tahun

\bar{X} = jumlah hujan harian maksimum

➤ Standar deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Ri - \bar{R})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{214790.5}{10}} = 146.56$$

- Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode ulang T

$$R_t = \bar{R} + \frac{S_x}{S_n}(Y_t - Y_n)$$

Periode ulang (T) = 10 tahun

$$Y_t = 2,2502 \dots\dots\dots \text{SNI 03-3424-1994}$$

$$Y_n = 0,4952 \dots\dots\dots \text{SNI 03-3424-1994}$$

$$S_n = 0,9496 \dots\dots\dots \text{SNI 03-3424-1994}$$

$$\begin{aligned} R_t &= 361.5 + \frac{146.56}{0,9496}(2,2502 - 0,4952) \\ &= 632.36 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka I didapat.

$$\begin{aligned} I &= \frac{90\% \times R_t}{4} \\ &= \frac{90\% \times 632.36}{4} = 142.28 \text{ mm / jam} \end{aligned}$$

Maka harga Intensitas Curah Hujan (I) = 142.28 mm/jam

BAB V

ANALISA PERHITUNGAN

5.1. Analisis Trase

Perencanaan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini merupakan perencanaan jalan baru yang dimulai dari perencanaan trase jalan. Trase jalan yang terpilih merupakan trase jalan dengan lengkung horizontal tidak saling overlap. Begitu juga dengan lengkung vertikal dipilih juga trase yang tidak berpotongan antara lengkung vertikalnya. Ketentuan selanjutnya adalah galian tidak boleh lebih dari 25m dan timbunan tidak boleh lebih dari 10m. Hal tersebut dilakukan demi kepentingan pelaksanaan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini. Berikut analisis trase mengenai kondisi medan trase terpilih.

5.1.1. Kondisi Medan.

Rata-rata kemiringan medan pada trase terpilih adalah $< 1\%$. Maka sesuai tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota No. 38/TBM/1997 diperoleh medan pada trase terpilih adalah perbukitan. Klasifikasi medan tersebut tercatat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Klasifikasi Kemiringan Medan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	< 3
2.	Perbukitan	B	3 - 25
3.	Pegunungan	G	> 25

5.1.2. Kecepatan Rencana

Klasifikasi Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini adalah arteri sekunder. Hal ini disebabkan jalan ini merupakan jalan alternatif yang lebih cepat dimana jalan eksisting adalah

arteri primer. Sesuai dengan tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota No. 38/TBM/1997 diambil kecepatan rencana = 70 km/jam. Klasifikasi untuk kecepatan rencana tersebut tercatat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Kecepatan Rencana

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R Km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

5.2. Analisis Kapasitas Ruas Jalan Antar Kota.

Ruas jalan lingkaran barat merupakan jalur antar kota yang memiliki kondisi eksisting medan datar. Segmen jalan ini direncanakan dengan pembagian jalur 4/2 D serta lebar badan jalan 18m. Panjang total jalan yang direncanakan adalah 21+327. Pada analisis kapasitas ruas jalan antar kota ini digunakan program bantu excel untuk menganalisa Derajat kejenuhan tahun 2013 dan 2023. Berikut hasil analisis derajat kejenuhan yang telah direkapitulasi tahun 2013 dan 2023 tercatat dalam tabel 5.3.

Tabel 5.3. Rekapitulasi Derajat Kejenuhan

TAHUN	KAPASITAS	DS
2013	2279	0.582303015
2023	3111	0.794900443

Dalam tabel 5.3 menunjukkan bahwa DS pada tahun akhir umur rencana adalah 0.795. DS tersebut kurang dari 0.85 maka pada saat akhir umur rencana jalan tersebut masih belum mengalami kemacetan lalu-lintas.

5.3. Perencanaan Geometrik Jalan

Didalam perencanaan jalan ini memerlukan banyak pertimbangan untuk kenyamanan dan keamanan para pengguna jalan. Letak Jalan Lingkar Barat Surabaya STA 0+000 – STA 21+327 terletak pada daerah bukit dan kondisi sekitarnya adalah desa, ladang dan persawahan. Kondisi medan memiliki beberapa tikungan dan beberapa tanjakan. Dalam hal ini terdapat tipe geometrik pada Jalan Lingkar Barat Surabaya STA 0+000 – STA 21+327 yaitu dibagi menjadi dua yaitu:

1. Alinyemen Horizontal
2. Alinyemen Vertikal

5.3.1. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu. Dalam perencanaan Jalan Lingkar Barat Surabaya STA 0+000 – STA 21+327 diperlukan data-data yang dapat mendukung proses pengklasifikasian untuk menentukan jenis tikungan, jenis tikungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

1. Lengkung (tikungan) Spiral-Circle-Spiral

Syarat :

$$e > 3\%, L_c > 25m$$

2. Lengkung (tikungan) Full Circle

Syarat :

$$e < 3\%, L_c > 25 m$$

Tabel 5.4. Perhitungan Sudut Lengkung Horisontal

TIKUNGAN PI-1

1	A	B	C
X	932712.6110	932743.3870	931742.3560
Y	9186760.1680	9186255.9970	9182872.5990
X	0	30.776	-1001.031
Y	0	-504.171	-3383.398
arc tan	0	-3.493159269	16.481672
azimuth	-	176.5068407	196.481672
Δ	-	19.975	

TIKUNGAN PI-2

2	B	C	D
X	932743.3870	931742.3560	930807.8340
Y	9186255.9970	9182872.5990	9180623.9630
X	0	-1001.031	-934.522
Y	0	-3383.398	-2248.636
arc tan	0	16.481672	22.56752885
azimuth	-	196.481672	202.5675288
Δ	-	6.09	

TIKUNGAN PI-3

3	C	D	E
X	931742.3560	930807.8340	929403.1640
Y	9182872.5990	9180623.9630	9175712.3900
X	0	-934.522	-1404.67
Y	0	-2248.636	-4911.573
arc tan	0	22.56752885	15.96009947
azimuth	-	202.5675288	195.9600995
Δ	-	6.61	

TIKUNGAN PI-4

4	D	E	F
X	930807.8340	929403.1640	929208.5220
Y	9180623.9630	9175712.3900	9173084.5860
X	0	-1404.67	-194.642
Y	0	-4911.573	-2627.804
arc tan	0	15.96009947	4.23617474
azimuth	-	195.9600995	184.2361747
Δ	-	11.72	

TIKUNGAN PI-5

5	E	F	G
X	929403.1640	929208.5220	928738.3750
Y	9175712.3900	9173084.5860	9171665.9100
X	0	-194.642	-470.147
Y	0	-2627.804	-1418.676
arc tan	0	4.23617474	18.33511539
azimuth	-	184.2361747	198.3351154
Δ	-	14.0989	

TIKUNGAN PI-6

6	F	G	H
X	929208.5220	928738.3750	929216.0130
Y	9173084.5860	9171665.9100	9169277.9070
X	0	-470.147	477.638
Y	0	-1418.676	-2388.003
arc tan	0	18.33511539	-11.3107953
azimuth	-	198.3351154	168.6892047
Δ	-	29.65	

TIKUNGAN PI-7

7	G	H	I
X	928738.3750	929216.0130	929521.6890
Y	9171665.9100	9169277.9070	9167396.0210
X	0	477.638	305.676
Y	0	-2388.003	-1881.886
arc tan	0	-11.3107953	-9.226015966
azimuth	-	168.6892047	170.773984
Δ	-	2.08	

TIKUNGAN PI-8

8	H	I	J
X	929216.0130	929521.6890	930454.1390
Y	9169277.9070	9167396.0210	9166599.1770
X	0	305.676	932.45
Y	0	-1881.886	-796.844
arc tan	0	-9.226015966	-49.48378599
azimuth	-	170.773984	130.516214
Δ	-	40.26	

a. Proses Perhitungan Alinyemen Horisontal Titik PI-1

- Mencari Δ :

$$\begin{aligned} \text{Titik A} &\longrightarrow \text{koordinat X} = 932712,6110 \\ &\quad \text{Koordinat Y} = 9186760,1680 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik B} &\longrightarrow \text{koordinat X} = 932743,3870 \\ &\quad \text{Koordinat Y} = 9186255,9970 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik C} &\longrightarrow \text{koordinat X} = 931742,3560 \\ &\quad \text{Koordinat Y} = 9182872,5990 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_1 = X_B - X_A &\longrightarrow 932743,3870 - 932712,6110 \\ &= 30,776 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_2 = X_C - X_B &\longrightarrow 931742,3560 - 932743,3870 \\ &= -1001,031 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_1 = Y_B - Y_A &\longrightarrow 9186255,9970 - 9186760,1680 \\ &= -504,171 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_2 = Y_C - Y_B &\longrightarrow 9182872,5990 - 9186255,9970 \\ &= -3383,398 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sudut}_{A-B} &= \text{Tan } (30,776/-504,171) \\
 &= -3,493159269^0 \\
 \text{Sudut}_{B-C} &= \text{Tan } (-1001,031/-3383,398) \\
 &= 16,481672^0 \\
 \text{Sudut Azimuth}_{A-B} &= 180+(-3,493159269^0) \\
 &= 176,5068407^0 \\
 \text{Sudut Azimuth}_{B-C} &= 180+16,481672^0 \\
 &= 196,481672^0 \\
 \Delta &= 196,481672^0 - 176,5068407^0 \\
 &= 19,975^0
 \end{aligned}$$

1. Perhitungan R design

$$\begin{aligned}
 \Delta &= 19.975^{\circ} \\
 V_d &= 80 \text{ km/jam} \\
 e_n &= 0.02
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{\text{max}} &= 0.08 \\
 F_{\text{max}} &= 0.15 \\
 R &= 541.743 \text{ m} \\
 e &= 0.045374 \\
 L_s &= 67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Lengkung SCS

$$\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi R_c} \rightarrow \theta_s = \frac{58,333 \cdot 90}{\pi \cdot 541,743} \rightarrow \theta_s = 3,527185$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \theta_s) * \pi R}{180}$$

$$L_c = \frac{(19,975 - 2 * 3,527185) * \pi * 541,743}{180} = 122,1036 \text{ meter}$$

karena e lebih besar dari 3% dan L_c lebih besar dari 25 meter, maka disarankan menggunakan lengkung **spiral - circle -**

spiral. Sehingga perhitungan parameter lengkung seperti yang disajikan dibawah ini.

$$p = \frac{L_s^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos \theta_s)$$

$$\rightarrow p = \frac{67^2}{6 \times 541,743} - 541,743(1 - \cos 3,527185)$$

$$\rightarrow p = 0,341116$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40Rc} - Rc \cdot \sin \theta_s$$

$$\rightarrow k = 67 - \frac{67^3}{40 \times 541,743} - 541,743 \cdot \sin 3,527185$$

$$\rightarrow k = 33,31225 \text{ m}$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$$

$$\rightarrow Es = (67 + 0,341116) \sec \frac{1}{2} 19,975 - 67$$

$$\rightarrow Es = 8,682337 \text{ m}$$

$$Ts = (Rc + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$\rightarrow Ts = (67 + 0,341116) \operatorname{tg} \frac{1}{2} 19,975 + 33,31225$$

$$\rightarrow Ts = 128,7736 \text{ m}$$

Untuk perhitungan lengkung horizontal selanjutnya digunakan program bantu excel. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan lengkung spiral-circle-spiral tercatat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5. Rekapitulasi Lengkung Spiral-Circle-Spiral

PARAMETER	PI - 1	PI - 2
Vr	80	80
Δ	19.97	6.09
R	541.743	3528.377
e	0.045374	0.045374
en	0.02	0.02
e maks	0.08	0.08
Ls	67	67
Lc	122.1036	307.9205
Θ_s	3.527185	0.54156
p	0.341116	0.052326
k	33.31225	33.31633
Ts	128.7736	220.88
Es	8.682337	5.034265
Xs	99.96214	99.99911
Ys	3.07649	0.472361

b. Proses Perhitungan Alinyemen Horizontal PI-3

- Mencari Δ :

$$\begin{aligned} \text{Titik C} &\longrightarrow \text{koordinat X} = 931742,3560 \\ &\text{Koordinat Y} = 9182872,5990 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik D} &\longrightarrow \text{koordinat X} = 930807,8340 \\ &\text{Koordinat Y} = 9180623,963 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik E} &\longrightarrow \text{koordinat X} = 929403,1640 \\ &\text{Koordinat Y} = 9175712,3900 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_1 = X_C - X_D &\longrightarrow 931742,3560 - 930807,8340 \\ &= -934,522 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_2 = X_E - X_D &\longrightarrow 929403,1640 - 930807,8340 \\ &= -1404,67 \end{aligned}$$

$$Y_1 = Y_C - Y_D \longrightarrow 9182872,5990 - 9180623,963$$

$$\begin{aligned}
 &= -2248,636 \\
 Y_2 = Y_E - Y_D &\longrightarrow 9175712,3900 - 9180623,963 \\
 &= -4911,573 \\
 \text{Sudut}_{C-D} &= \text{Tan } (-934,522/-2248,636) \\
 &= 22,56752885^0 \\
 \text{Sudut}_{E-D} &= \text{Tan } (-1404,67/-4911,573) \\
 &= 15,96009947^0 \\
 \text{Sudut Azimuth}_{A-B} &= 180+22,56752885^0 \\
 &= 202,5675288^0 \\
 \text{Sudut Azimuth}_{B-C} &= 180+15,96009947^0 \\
 &= 195,9600995^0 \\
 \Delta &= 202,5675288^0 - 195,9600995^0 \\
 &= 6,61^0
 \end{aligned}$$

1. Perhitungan R design

$$\begin{aligned}
 \Delta &= 6,61^0 \\
 Vd &= 80 \text{ km/jam} \\
 e_n &= 0.02 \\
 e \text{ max} &= 0.08 \\
 F \text{ max} &= 0.15 \\
 R &= 2435,1 \text{ m} \\
 e &= 0.014054 \\
 Ls &= 67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

karena e kurang dari 3% dan L_c lebih besar dari 25 meter, maka disarankan menggunakan lengkung **full circle**. Sehingga perhitungan parameter lengkung seperti yang disajikan dibawah ini.

2. Perhitungan Lengkung Full Circle

$$Tc = R * tg \left(\frac{1}{2} \Delta \right)$$

$$Tc = 2435,1 * tg \left(\frac{1}{2} * 6,61 \right) = 140,565 \text{ meter}$$

$$E = \frac{R}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R$$

$$E = \frac{2435,1}{\cos\left(\frac{1}{2} * 6,61\right)} - 243,5 = 4,054 \text{ meter}$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta \pi}{180}\right) * R \rightarrow Lc = \left(\frac{6,61 \pi}{180}\right) * 243,5 = 280,676 \text{ meter}$$

Untuk perhitungan lengkung horizontal selanjutnya digunakan program bantu excel. Adapun rekapitulasi hasil perhitungan lengkung full circle tercatat pada tabel 5.6.

Tabel 5.6. Rekapitulasi Lengkung Full Circle

PARAMETER	PI - 3	PI - 4	PI - 5	PI - 6	PI - 7	PI - 8
Vr	80	80	80	80	80	80
Δ	6.61	11.72	14.10	29.65	2.084756	40.26
R	2435.097	5108.49	4629.272	2618.163	1494.55	2435.302
e	0.014054	0.006923	0.007617	0.01313	0.021977	0.014053
en	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
e maks	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Ls	66.66667	66.66667	66.66667	66.66667	66.66667	66.66667
Tc	140.565	524.4835	572.4593	692.8694	27.19324	892.5864
Es	4.053656	26.85352	35.26109	90.12898	0.247369	158.4224
Lc	280.676	1044.774	1138.558	1353.997	54.35292	1710.25

5.3.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan negatif (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Dalam perencanaan Jalan Lingkar Barat Surabaya STA 0+000 – STA 21+327 diperlukan data-data yang dapat mendukung proses

pengklasifikasian untuk menentukan jenis lengkungan, jenis lengkungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

1. Lengkung Cembung
2. Lengkung Cekung

a. Lengkung Vertikal Cembung (STA 3+920)

Lokasi	: Jalan Lingkar Barat Surabaya STA 0+000 – STA 21+327
Vrencana	: 80 km/jam
STA	: 3 + 920
S	: 130 m
g1	: 0.6 %
g2	: 0.208 %
A	: 0.392 %

Pada lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

- Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = \frac{AS^2}{399} \rightarrow L = \frac{0,392 \times 130^2}{399} \rightarrow L = 16,593 \text{ m}$$

Nilai L tidak memenuhi terhadap syarat $S < L$

- Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ($S > L$).

Berdasarkan jarak pandang henti,

$$L = 2S - \frac{399}{A} \rightarrow L = 2 \times 130 - \frac{399}{0,392} \rightarrow L = -758,5 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S > L$

- Keamanan Pengemudi (3 detik perjalanan)

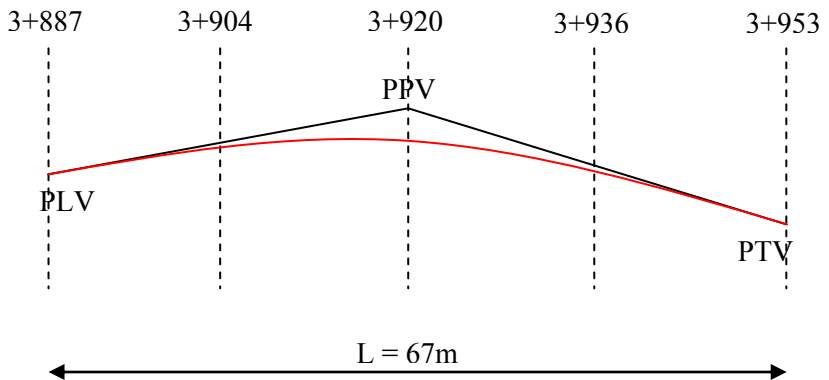
$$L = \frac{(Vr)x1000}{3x3600} \rightarrow L = \frac{(80)x1000}{3x3600} \rightarrow L = 67 \text{ m}$$

Nilai L memenuhi terhadap syarat $S > L$

Dipakai $L = 67 \text{ m}$

Contoh perhitungan stationing

STA 3+920



$$A = g_1 - g_2 = (+0,6) - (-0,208) = (0,392), \text{ (CEMBUNG)}$$

$L = 67\text{m}$, Elevasi PLV = +06,30, Elevasi PTV = +06,57,

Elev. PPV = +06,50

Persamaan umum lengkung:

$$y = \frac{A}{200L} X^2 = \frac{0,392}{200 * 67} X^2 = \frac{0,392}{13400} X^2$$

Sta. 3+904

$$y = \frac{0,392}{13400} X^2 = \frac{0,392}{13400} 16,75^2 = 0,0082\text{m}$$

Tanda (+) menunjukkan lengkung cembung

$$\text{Elv. Sta } 3+904 = 06,30 + (0,006 \times 16,75) - 0,0082 = +06,3923\text{m}$$

Sta. 3+920

$$\text{Elv. Sta } 3+920 = 06,50 + 0,0082 = +06,5082\text{m}$$

Sta. 3+936

$$y = \frac{0,392}{13400} X^2 = \frac{0,392}{13400} 16,75^2 = 0,0082\text{m}$$

Tanda (+) menunjukkan lengkung cembung

$$\text{Elv. Sta } 3+936 = 06,43 + (0,00208 \times 16,75) - 0,0082 = +06,46\text{m}$$

Untuk perhitungan lengkung vertikal cembung selanjutnya digunakan program bantu excel. Berikut rekapitulasi lengkung vertikal cekung tercatat dalam tabel 5.7.

Tabel 5.7. Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cembung

PARAMETER	STA PPV										
	3+200	3+372	3+920	4+390	4+620	5+180	5+600	5+960	6+780	8+050	8+770
Vr (km/jam)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
S (m)	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
g1 (%)	2.69714	0	0.6	0.86994	0.65217	0.45455	0.68084	0.462	1.25	-1.0714	1.15385
g2 (%)	0	-2.1611	0.20825	0.65217	0.44118	0	0.59754	0.39571	1.19	-1.5	-1.1628
A (%)	2.69714	2.16107	0.39175	0.21777	0.211	0.45455	0.0833	0.06629	0.06	0.42857	2.31664
L (m)	112.066	75.3696	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667
Ev (m)	0.37782	0.2036	0.03265	0.02178	0.01758	0.04545	0.00833	0.00663	0.006	0.03571	0.19305
STA PPV	3+200	3+372	3+920	4+390	4+620	5+180	5+600	5+960	6+780	8+050	8+770
ELV PPV	+ 11.44	+ 11.44	+ 06.50	+ 09.00	+ 10.50	+ 13.00	+ 14.57	+ 16.45	+ 23.00	+ 40.00	+ 42.00
STA PLV	3+144	3+334	3+887	4+357	4+587	5+147	5+567	5+927	6+747	8+017	8+737
ELV PLV	+ 09.93	+ 11.44	+ 06.30	+ 08.71	+ 10.28	+ 12.85	+ 14.34	+ 16.29	+ 22.58	+ 39.64	+ 41.62
STA PTV	3+256	3+410	3+953	4+423	4+653	5+213	5+633	5+993	6+813	8+083	8+803
ELV PTV	+ 11.44	+ 10.63	+ 06.57	+ 09.22	+ 10.65	+ 13.00	+ 14.77	+ 16.58	+ 23.40	+ 39.50	+ 41.61

PARAMETER	STA PPV											
	9+200	10+130	10+470	14+550	14+900	15+950	16+310	17+220	18+020	19+132	19+250	20+020
Vr (km/jam)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
S (m)	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
g1 (%)	-1.1628	-0.0043	-1.1741	1.5	0.85714	0.3125	-0.2778	0	-1.0256	0.355	0	0
g2 (%)	-2.1277	-1.1741	-1.6251	0.85714	0	-0.2778	-0.3571	-2.1951	-1.2727	0	-0.355	-0.25
A (%)	0.96487	1.16977	0.451	0.64286	0.85714	0.59028	0.07937	2.19512	0.24709	0.355	0.355	0.25
L (m)	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667	66.6667
Ev (m)	0.08041	0.11698	0.03758	0.05357	0.07143	0.05903	0.00661	0.21951	0.02059	0.02958	0.02958	0.02083
STA PPV	9+200	10+130	10+470	14+550	14+900	15+950	16+310	17+220	18+020	19+132	19+250	20+020
ELV PPV	+ 37.00	+ 26.98	+ 22.99	+ 31.00	+ 34.00	+ 35.00	+ 34.00	+ 33.00	+ 20.00	+ 13.36	+ 13.36	+ 13.00
STA PLV	9+167	10+097	10+437	14+517	14+867	15+917	16+277	17+187	17+987	19+099	19+217	19+987
ELV PLV	+ 37.39	+ 26.98	+ 23.38	+ 30.50	+ 33.71	+ 34.90	+ 34.09	+ 33.00	+ 20.34	+ 13.24	+ 13.36	+ 13.00
STA PTV	9+233	10+163	10+503	14+583	14+933	15+983	16+343	17+253	18+053	19+165	19+283	20+053
ELV PTV	+ 36.29	+ 26.59	+ 22.45	+ 31.29	+ 34.00	+ 34.91	+ 33.88	+ 32.27	+ 19.58	+ 13.36	+ 13.24	+ 12.92

b. Lengkung Vertikal Cekung (STA 2+850)

Lokasi : Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya
Sta.0+000 s/d Sta.21+327

Vrencana : 80 km/jam

STA : 2+850

S : 130 m

g1 : 0,00 %

g2 : 2,7 %

A : -2,7 %

Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan, yaitu :

- ♦ Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $< L$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,50S} \rightarrow L = \frac{2,7 \times 130^2}{120 + 3,50 \times 130}$$

$$\rightarrow L = 79,273 \text{ m}$$

- ♦ Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan $> L$

$$L = 2S - \frac{120 + 3,50S}{A} \rightarrow L = 2 \times 130 - \frac{120 + 3,50 \times 130}{2,7}$$

$$\rightarrow L = 46,811 \text{ m}$$

- ♦ Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S < L$)

$$L = \frac{AS^2}{3480} \rightarrow L = \frac{2,7 \times 130^2}{3480} \rightarrow L = 13,0982 \text{ m}$$

- ♦ Lengkung Vertikal Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di bawah Jembatan ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{3480}{A} \rightarrow L = 2 \times 130 - \frac{3480}{2,7} \rightarrow L = -1030,254 \text{ m}$$

- ♦ Bentuk Visual

$$L = \frac{AV^2}{380} \rightarrow L = \frac{2,7 \times 80^2}{380} \rightarrow L = 45,4256 \text{ m}$$

- ♦ Keamanan Pengemudi

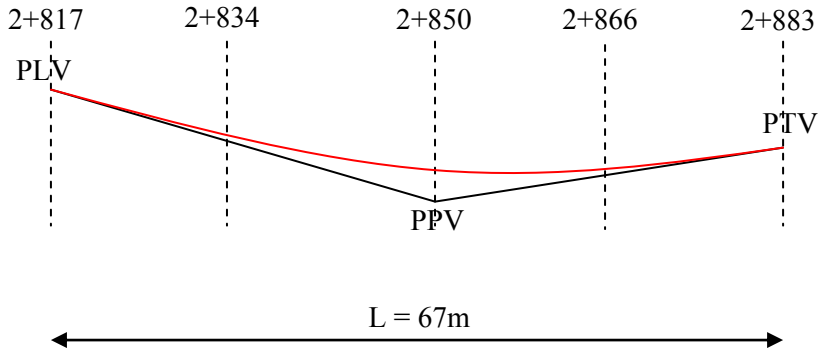
$L \geq 3$ detik perjalanan dengan V_r .

$$L \geq (80/3600) \times 1000 \times 3 \text{ det} = 67 \text{ m}$$

Diambil $L = 67 \text{ m}$

Contoh perhitungan stationing

STA 2+850



$A = g_1 - g_2 = (0) - (-2,7) = (-2,7)$, (**CEKUNG**)

$L = 67m$, Elevasi PLV = +02,00, Elevasi PTV = +02,90,

Elev. PPV = +02,00

Persamaan umum lengkung:

$$y = \frac{A}{200L} X^2 = \frac{-2,7}{200 * 67} X^2 = -\frac{0,27}{13333,33} X^2$$

Sta. 2+850

$$y = \frac{-2,7}{13333,33} X^2 = -\frac{2,7}{13333,33} 16,75^2 = -0,0568m$$

Tanda (-) menunjukkan lengkung cekung

Elev. Sta 2+834 = $02,00 - (0,00 \times 16,75) + 0,0568 = +02,0568m$

Sta. 2+850

Elev. Sta 2+850 = $02,00 + 0,008305 = +02,008305m$

Sta. 2+883

$$y = \frac{-2,7}{13333,33} X^2 = -\frac{2,7}{13333,33} 16,75^2 = -0,0568m$$

Tanda (-) menunjukkan lengkung cekung

$$\text{Elv. Sta} 2+883 = 02,90 - (0,0027 \times 16,75) + 0,0568 = +02,798m$$

Untuk perhitungan lengkung vertikal cekung selanjutnya digunakan program bantu excel. Berikut rekapitulasi lengkung vertikal cekung tercatat dalam tabel 5.8.

Tabel 5.8. Rekapitulasi Lengkung Vertikal Cekung

PARAMETER	STA PPV												
	2+850	3+670	4+160	4+960	5+370	5+760	6+100	6+210	6+350	6+620	6+970	7+050	7+410
Vr (km/jam)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
S (m)	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
g1 (%)	0	-2.161	0.2082	0.4412	0	-0.598	-0.396	-1.092	-0.689	0.6793	-1.19	0	1.5942
g2 (%)	2.6971	0.6	0.8699	0.4545	0.6808	0.462	1.0918	0.6892	0.6793	1.25	0	1.5942	1.6667
A (%)	-2.697	-2.761	-0.662	-0.013	-0.681	-1.06	-1.488	-1.781	-1.369	-0.571	-1.19	-1.594	-0.072
L (m)	66.667	51.748	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667
Ev (m)	0.2248	0.1786	0.0551	0.0013	0.0567	0.0883	0.124	0.1484	0.114	0.0571	0.0992	0.1594	0.0072
STA PPV	2+850	3+670	4+160	4+960	5+370	5+760	6+100	6+210	6+350	6+620	6+970	7+050	7+410
ELV PPV	+02.00	+13.00	+07.00	+12.00	+13.00	+15.52	+17.00	+18.20	+19.17	+21.00	+25.26	+25.26	+31.00
STA PLV	2+817	3+644	4+127	4+927	5+337	5+727	6+067	6+177	6+317	6+587	6+937	7+017	7+377
ELV PLV	+02.00	+13.56	+06.93	+11.85	+13.00	+15.32	+16.87	+17.84	+18.94	+20.77	+24.86	+25.26	+30.47
STA PTV	2+883	3+696	4+193	4+993	5+403	5+793	6+133	6+243	6+383	6+653	7+003	7+083	7+443
ELV PTV	+02.90	+13.16	+07.29	+12.15	+13.23	+15.68	+17.36	+18.43	+19.39	+21.42	+25.26	+25.79	+31.56

PARAMETER	STA PPV													
	7+770	8+250	8+510	9+670	10+900	12+710	13+550	14+150	15+630	16+590	17+630	18+570	19+032	19+350
Vr (km/jam)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
S (m)	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
g1 (%)	1.6667	-1.5	0.7692	-2.128	-1.625	0	0.4753	0.8333	0	-0.357	-2.195	-1.273	0	-0.355
g2 (%)	1.0714	0.7692	1.1538	-0.004	0	0.4753	0.8333	1.5	0.3125	0	-1.026	0	0.355	0
A (%)	0.5952	-2.269	-0.385	-2.123	-1.625	-0.475	-0.358	-0.667	-0.313	-0.357	-1.169	-1.273	-0.355	-0.25
L (m)	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667	66.667
Ev (m)	0.0496	0.2269	0.0385	0.2123	0.1625	0.0475	0.0298	0.0556	0.0313	0.0357	0.0975	0.1273	0.0296	0.0208
STA PPV	7+770	8+250	8+510	9+670	10+900	12+710	13+550	14+150	15+630	16+590	17+630	18+570	19+032	19+350
ELV PPV	+37.00	+37.00	+39.00	+27.00	+16.00	+16.00	+20.00	+25.00	+34.00	+33.00	+24.00	+13.00	+13.00	+12.00
STA PLV	7+737	8+217	8+477	9+637	10+867	12+677	13+517	14+117	15+597	16+557	17+597	18+537	18+999	19+317
ELV PLV	+36.44	+37.50	+38.74	+27.71	+16.54	+16.00	+19.84	+24.72	+34.00	+33.12	+24.73	+13.42	+13.00	+12.88
STA PTV	7+803	8+283	8+543	9+703	10+933	12+743	13+583	14+183	15+663	16+623	17+663	18+603	19+065	19+383
ELV PTV	+37.36	+37.26	+39.38	+27.00	+16.00	+16.16	+20.28	+25.50	+34.10	+33.00	+23.66	+13.00	+13.12	+13.00

5.4. Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi yang dibangun di atas tanah dasar, dimana terdiri dari bahan material yang lebih keras/ kaku dari tanah dasarnya yang bertujuan agar jalan tersebut dapat dilalui oleh kendaraan (berat) dalam segala cuaca. Lapisan perkerasan berfungsi mendistribusikan beban lalu lintas yang diterima ke lapisan yang berada di bawahnya hingga tanah dasar.

5.4.1. Umur Rencana

Umur Rencana merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan besar atau perlu diberi lapis ulang. Umur rencana untuk jenis perkerasan lentur (flexible pavement) berdasarkan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga adalah 5 sampai 10 tahun.

Dalam perencanaan Jalan Lingkar Barat Surabaya STA 0+000 – STA 21+327 dihitung untuk jangka waktu 10 tahun.

5.4.2. Lalu Lintas

Untuk merencanakan jalan maka diperlukan data mengenai lalu lintas yang melalui jalan tersebut. Lalu lintas yang melalui jalan harus diperkirakan jumlahnya pada saat umur rencana. Hal ini bertujuan agar jalan yang direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan kelas fungsinya selama umur jalan yang direncanakan. Data LHR awal umur rencana yaitu tahun 2013 tercatat pada tabel 5.9.

Tabel 5.9. LHR tahun 2013 Lokasi Bypass Krian - Legundi

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2013 Kend/Jam
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	1114
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	227
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	107
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	154
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	3
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	6
7	6	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	456
8	7a	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	116
TOTAL			2183

Sumber : Dinas PU Bina Marga Prov. Jawa Timur

Pada perhitungan tebal perkerasan dibutuhkan pula LHR untuk tahun akhir umur rencana yaitu 2023. Oleh karena itu dihitung juga LHR tahun 2023 menggunakan persentase pertumbuhan yang telah ada. Berikut hasil perhitungan LHR tahun 2023 tercatat dalam tabel 5.10. Diasumsikan ruas Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya menggunakan lalu lintas ruas Bypass Krian - Legundi

Tabel 5.10. LHR tahun 2023

No.	Gol. Kend	Jenis Kendaraan	Tahun 2023 Kend/Jam
1	1	Sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang, roda 3	1405
2	2	Sedan, Jeep, Minibus, Van, Station Wagon (1 + 1)	311
3	3	Oplet, Pick up oplet, Combi (1.5 + 3.5)	153
4	4	Pick up, Mikro truck, Mobil box (1.5 + 3.5)	195
5	5a	Bus Kecil (3 + 5)	6
6	5b	Bus Besar (3 + 6)	12
7	6	Truck sedang, Truck berat 2 As (6 + 10)	627
8	7a	Truck berat 3 As (6 + 3x10)	271
TOTAL			2980

Sumber : Dinas PU Bina Marga Prov. Jawa Timur

5.4.3. Angka ekivalen

Angka ekivalen dihitung sesuai dengan tabel 2.10 pada bab tinjauan pustaka. Berikut proses perhitungan angka ekivalen tiap jenis kendaraan :

2. Sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)

Roda depan

$$\begin{aligned} P &= 1 \text{ ton} \\ E &= (P/8.16)^4 \\ &= (1/8.16)^4 \\ &= 0.0002 \end{aligned}$$

Roda Belakang

$$\begin{aligned} P &= 1 \text{ ton} \\ E &= (P/8.16)^4 \\ &= (1/8.16)^4 \\ &= 0.0002 \\ E \text{ total} &= 0.0005 \end{aligned}$$

3. Oplet, pick up oplet, combi (1.5+3.5)

Roda depan

$$\begin{aligned} P &= 1.5 \text{ ton} \\ E &= (P/8.16)^4 \\ &= (1.5/8.16)^4 \\ &= 0.0011 \end{aligned}$$

Roda Belakang

$$\begin{aligned} P &= 3.5 \text{ ton} \\ E &= (P/8.16)^4 \\ &= (3.5/8.16)^4 \\ &= 0.0338 \\ E \text{ total} &= 0.0350 \end{aligned}$$

4. Pick up, mikro truck, mobil box (1.5+3.5)

Roda depan

$$\begin{aligned}
 P &= 1.5 \quad \text{ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (1.5/8.16)^4 \\
 &= 0.0011
 \end{aligned}$$

Roda Belakang

$$\begin{aligned}
 P &= 3.5 \quad \text{ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (3.5/8.16)^4 \\
 &= 0.0338 \\
 E \text{ total} &= 0.0350
 \end{aligned}$$

5a. Bus Kecil (3+5)

Roda depan

$$\begin{aligned}
 P &= 3 \quad \text{ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (3/8.16)^4 \\
 &= 0.0183
 \end{aligned}$$

Roda Belakang

$$\begin{aligned}
 P &= 5 \quad \text{ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (5/8.16)^4 \\
 &= 0.1410 \\
 E \text{ total} &= 0.1592
 \end{aligned}$$

5b. Bus Besar (3+6)

Roda depan

$$\begin{aligned}
 P &= 3 \quad \text{ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (3/8.16)^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.0183 \\
 \text{Roda Belakang} \\
 P &= 6 \text{ ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (6/8.16)^4 \\
 &= 0.2923 \\
 E \text{ total} &= 0.3106
 \end{aligned}$$

6. Truck sedang, Truck berat 2 as (6+10)

$$\begin{aligned}
 \text{Roda depan} \\
 P &= 6 \text{ ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (6/8.16)^4 \\
 &= 0.2923
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Roda Belakang} \\
 P &= 10 \text{ ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (10/8.16)^4 \\
 &= 2.2555 \\
 E \text{ total} &= 2.5478
 \end{aligned}$$

7a. Truck berat 3 as Tandem (6+3x10)

$$\begin{aligned}
 \text{Roda depan} \\
 P &= 6 \text{ ton} \\
 E &= (P/8.16)^4 \\
 &= (6/8.16)^4 \\
 &= 0.2923
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Roda tengah} \\
 P &= 10 \text{ ton} \\
 E &= (P/8.16)^4
 \end{aligned}$$

$$= (10/8.16)^4$$

$$= 2.2555$$

Roda Belakang

$$P = 20 \text{ ton}$$

$$E = 0.086 \times (P/8.16)^4$$

$$= 0.086 \times (20/8.16)^4$$

$$= 3.1035$$

$$E \text{ total} = 5.6513$$

Rekapitulasi angka ekivalen tiap jenis kendaraan tersebut tercatat dalam tabel 5.11.

Tabel 5.11. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Angka Ekivalen

GOL KEND.	JENIS KENDARAAN	E TOTAL
2	Sedan, jeep, minibus, van, station wagon	0.0005
	(1+1)	
3	Oplet, pick up oplet, combi	0.0350
	(1.5+3.5)	
4	Pick up, mikro truck, mobil box	0.0350
	(1.5+3.5)	
5a	Bus kecil	0.1592
	(3+5)	
5b	Bus besar	0.3106
	(3+6)	
6	Truck sedang, Truck berat 2 as	2.5478
	(6+10)	
7a	Truck berat 3 as (Tandem)	5.6513
	(6+3x10)	

5.4.4. Lintas Ekuivalen Permulaan

Lintas ekuivalen permulaan (LEP) dihitung berdasarkan data lalu-lintas awal dibukanya jalan yaitu tahun 2013. LEP dihitung sesuai dengan persamaan 2.49 yaitu :

$$\{LEP = \sum_{i=1}^n LHR_{awal} \times C \times E\}$$

Koefisien Distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.13

C kendaraan ringan = 0,3

C kendaraan berat = 0,3

Berikut proses perhitungan LEP tiap jenis kendaraan :

2. Sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 227 \times 0,3 \times 0,0005 \\ &= 0,03073 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

3. Oplet, pick up oplet, combi (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 107 \times 0,3 \times 0,0350 \\ &= 1,124012 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

4. Pick up, mikro truck, mobil box (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 154 \times 0,3 \times 0,0350 \\ &= 1,615491 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

5a. Bus Kecil (3+5)

$$\begin{aligned} LEP &= LHR \times C \times E \\ &= 3 \times 0,3 \times 0,1592 \\ &= 0,12524 \quad \text{kend} \end{aligned}$$

5b. Bus Besar (3+6)

$$LEP = LHR \times C \times E$$

$$\begin{aligned}
 &= 6 \times 0,3 \times 0,3106 \\
 &= 0,522706 \quad \text{kend}
 \end{aligned}$$

6. Truck sedang, Truck berat 2 as (6+10)

$$\begin{aligned}
 \text{LEP} &= \text{LHR} \times C \times E \\
 &= 456 \times 0,3 \times 2,5478 \\
 &= 348,7016 \quad \text{kend}
 \end{aligned}$$

7a. Truck berat 3 as Tandem (6+3x10)

$$\begin{aligned}
 \text{LEP} &= \text{LHR} \times C \times E \\
 &= 116 \times 0,3 \times 5,65 \\
 &= 197,0372 \quad \text{kend}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan LEP masing-masing kendaraan tersebut kemudian ditotal dan di dapat LEP TOTAL. Rekapitulasi hasil perhitungan LEP tercatat dalam tabel 5.12.

Tabel 5.12. Rekapitulasi hasil perhitungan LEP.

GOL KEND.	JENIS KENDARAAN	LEP	LEP TOTAL
2	Sedan, jeep, minibus, van, station wagon	0.03	549.16
3	Oplet, pick up oplet, combi	1.12	
4	Pick up, mikro truck, mobil box	1.62	
5a	Bus kecil	0.13	
5b	Bus besar	0.52	
6	Truck sedang, Truck berat 2 as	348.70	
7a	Truck berat 3 as (Tandem)	197.04	

5.4.5. Lintas Ekvivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen permulaan (LEA) dihitung berdasarkan data lalu-lintas awal dibukanya jalan yaitu tahun 2013. LEA dihitung sesuai dengan persamaan 2.50 yaitu :

$$\{LEA = \sum_{i=1}^n \text{LHR}_{\text{akhir}} \times C \times E\}$$

Koefisien Distribusi kendaraan (C) sesuai tabel 2.13

C kendaraan ringan = 0,3

C kendaraan berat = 0,3

Berikut proses perhitungan LEA tiap jenis kendaraan :

2. Sedan, jeep, minibus, van, station wagon (1+1)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR} \times C \times E \\ &= 311 \times 0,3 \times 0,0005 \\ &= 0,042044 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

3. Oplet, pick up oplet, combi (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR} \times C \times E \\ &= 153 \times 0,3 \times 0,0350 \\ &= 1,605957 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

4. Pick up, mikro truck, mobil box (1.5+3.5)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR} \times C \times E \\ &= 151 \times 0,3 \times 0,0350 \\ &= 2,051356 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

5a. Bus Kecil (3+5)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR} \times C \times E \\ &= 2 \times 0,3 \times 0,1592 \\ &= 0,309159 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

5b. Bus Besar (3+6)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR} \times C \times E \\ &= 12 \times 0,3 \times 0,3106 \\ &= 1,118088 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

6. Truck sedang, Truck berat 2 as (6+10)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR} \times C \times E \\ &= 627 \times 0,3 \times 2,5478 \end{aligned}$$

$$= 479,2398 \text{ kend/hari}$$

7a. Truck berat 3 as Tandem (6+3x10)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR} \times \text{C} \times \text{E} \\ &= 271 \times 0,3 \times 5.65 \\ &= 458,8749 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan LEA masing-masing kendaraan tersebut kemudian ditotal dan di dapat LEA TOTAL. Rekapitulasi hasil perhitungan LEA tercatat dalam tabel 5.13.

Tabel 5.13. Rekapitulasi hasil perhitungan LEA.

GOL KEND.	JENIS KENDARAAN	LEA	LEA TOTAL
2	Sedan, jeep, minibus, van, station wagon	0.04	943.24
3	Oplet, pick up oplet, combi	1.61	
4	Pick up, mikro truck, mobil box	2.05	
5a	Bus kecil	0.31	
5b	Bus besar	1.12	
6	Truck sedang, Truck berat 2 as	479.24	
7a	Truck berat 3 as (Tandem)	458.87	

5.4.6. Lintas Ekvivalen Tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah (LET) dihitung sesuai dengan persamaan 2.51 pada tinjauan pustaka, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2} \\ \text{LET} &= \frac{549,16 + 943,24}{2} = 746,20 \end{aligned}$$

5.4.7. Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana (LER) dihitung sesuai dengan persamaan 2.52 pada tinjauan pustaka, yaitu :

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \longrightarrow \text{FP} = \frac{\text{UR}}{10}$$

$$FP = \frac{10}{10} = 1,0$$

$$LER = 746,20 \times 1,0 = 746,20$$

5.4.8. Faktor Regional (FR)

Prosentase kendaraan berat untuk :

$$\begin{aligned} \text{➤ LHR 2013} &= \frac{jml.kend\ berat}{jml.kend\ total} \times 100\% \\ &= \frac{572}{2183} \times 100\% = 26,23\% \\ &= 26,23\% \leq 30\% \\ \text{➤ LHR 2023} &= \frac{jml.kend\ berat}{jml.kend\ total} \times 100\% \\ &= \frac{898}{2980} \times 100\% = 29,37\% \\ &= 29,37\% \leq 30\% \end{aligned}$$

Kelandaian < 6%

Iklim curah hujan rata-rata tahunan < 900 mm/th

Sesuai dengan tabel 2.16 pada tinjauan pustaka didapat nilai FR = 0.5

5.4.9. Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis lapis permukaan yang akan dipakai pada Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini adalah LASTON MS 744. Sesuai tabel 2.20 pada tinjauan pustaka didapat nilai IPo 3,9-3,5.

5.4.10. Penentuan IPt

Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya adalah jalan arteri dengan LER = 511,51 (100-1000). Sesuai tabel 2.14 didapat nilai IPt = 2,5.

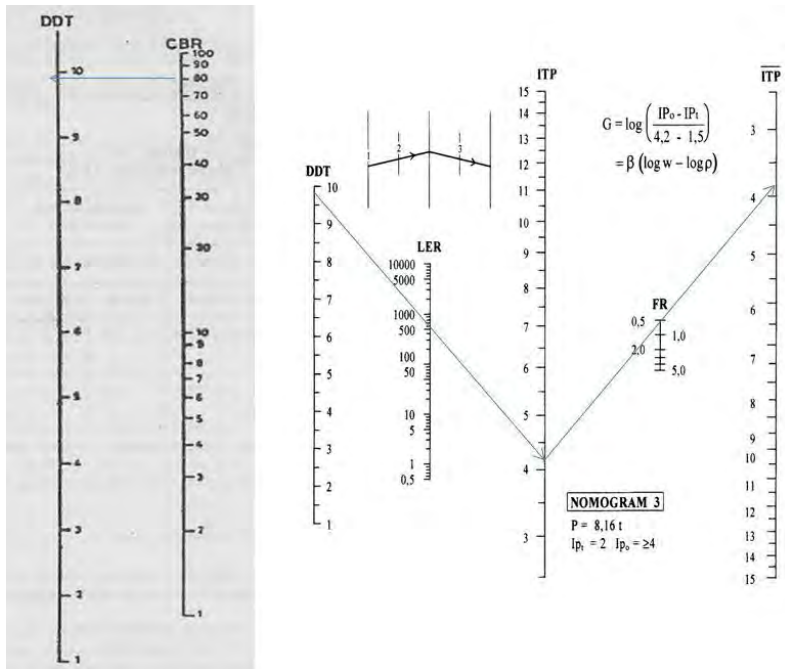
Rencana Perkerasan Lentur

Rencana perkerasan lentur terbagi menjadi rencana jenis surface course, base course, dan subbase course. Rencana tersebut terlihat pada gambar 5.1.

SURFACE COURSE LASTON MS 744 0.4	D1
BASE COURSE BATU PECAH KELAS A CBR 80% 0.13	D2
SUBBASE COURSE BATU PECAH KELAS C CBR 50% 0.12	D3
SUBGRADE CBR 6%	

Gambar 5.1. Rencana Perkerasan Lentur
Perhitungan Tebal D1 (Surface Course)

Perhitungan D1 menggunakan Laston MS 744 dengan koefisien 0.4. Perhitungan ketebalan D1 didasarkan pada CBR Base course yaitu 80%. Oleh karena itu digunakan nomogram korelasi CBR dan DDT dengan memplot CBR 80% lurus ke kiri hingga mendapat angka DDT. Angka DDT yang didapat adalah 9,8. Untuk perhitungan ketebalan D1 digunakan juga nomogram 3 dengan dasar $I_{Po} \geq 4$ dan $I_{Pt} = 2,0$.



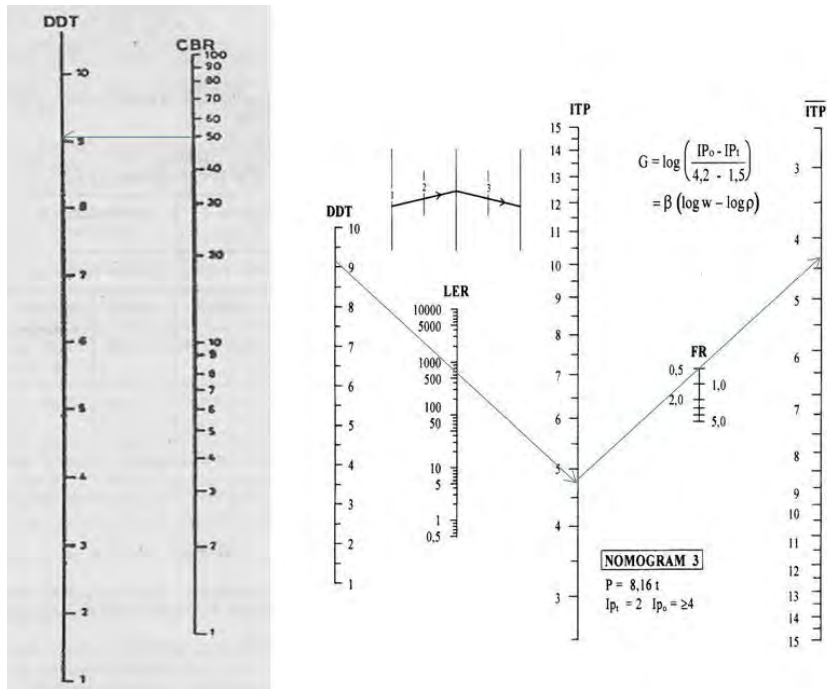
Gambar 5.2. Perhitungan ITP untuk Surface course

$$\begin{aligned}
 \text{ITP} &= a_1 \times D_1 \\
 3,8 &= 0,4 \times D_1 \\
 D_1 &= 9,50 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

dipakai 10 cm

Perhitungan Tebal D2 (Base Course)

Perhitungan D2 menggunakan batu pecah CBR 80% dengan koefisien 0.13. Perhitungan ketebalan D2 didasarkan pada CBR subbase course yaitu 50%. Oleh karena itu digunakan nomogram korelasi CBR dan DDT dengan memplot CBR 50% lurus ke kiri hingga mendapat angka DDT. Angka DDT yang didapat adalah 9,1. Untuk perhitungan ketebalan D2 digunakan juga nomogram 3 dengan dasar $I_{PO} \geq 4$ dan $I_{PI} = 2,0$.

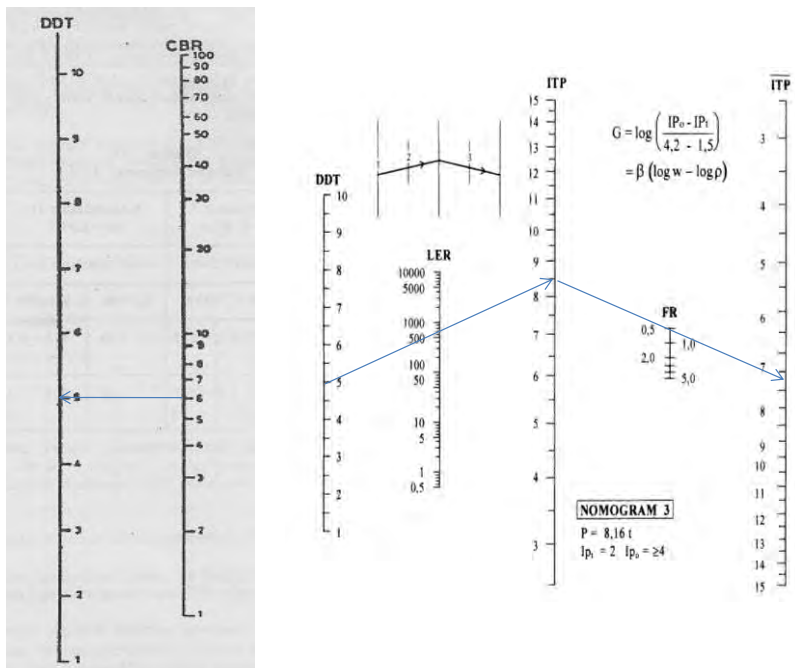


Gambar 5.3. Perhitungan ITP untuk base course

$$\begin{aligned}
 \text{ITP} &= a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \\
 4.4 &= 0.4 \times 10 + 0.13 \times D_2 \\
 D_2 &= 3.076923 \text{ cm} \\
 \text{dipakai} &= 15 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Tebal D3 (Subbase Course)

Perhitungan D3 menggunakan sirtu CBR 50% dengan koefisien 0.12. Perhitungan ketebalan D3 didasarkan pada CBR subgrade yaitu 6%. Oleh karena itu digunakan nomogram korelasi CBR dan DDT dengan memplot CBR 6% lurus ke kiri hingga mendapat angka DDT. Angka DDT yang didapat adalah 5,0. Untuk perhitungan ketebalan D3 digunakan juga nomogram 3 dengan dasar $IP_0 \geq 4$ dan $IP_t = 2,0$.



Gambar 5.4. Perhitungan ITP untuk Subbase course

$$\begin{aligned}
 ITP &= a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3 \\
 7.2 &= 0.4 \times 10 + 0.13 \times 15 + 0.12 \times D_3 \\
 D_3 &= 12.1 \text{ cm} \\
 \text{dipakai} &= 20 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Tebal perkerasan untuk Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabayaini terlihat pada gambar 5.5.

SURFACE COURSE LASTON MS 744	10
BASE COURSE BATU PECAH KELAS A CBR 80%	15
SUBBASE COURSE BATU PECAH KELAS C CBR 50%	20
SUBGRADE CBR 6%	

Gambar 5.5. Susunan Perkerasan Lentur

5.5. PERENCANAAN DRAINASE

Penentuan arah aliran pada saluran tersebut sesuai dengan kelandaian jalan yang ada, serta titik penentuan pada saluran pembuangan. Pada perencanaan saluran tepi ini menggunakan tipe segi empat yang terbuat dari pasangan batu dengan penyelesaian.

Dengan data aktual :

Perkerasan

Aspal

$$v = 3 \text{ m/dt}$$

$$nd = 0,013$$

$$c1 = 0,70$$

Bahu jalan

tanah berbutir kasar

$$v = 1,2 \text{ m/dt}$$

$$nd = 0,2$$

$$c2 = 0,2$$

Tepi luar saluran

Perbukitan

$$v = 1,2 \text{ m/dt}$$

$$nd = 0.2$$

$$c3 = 0.3$$

Saluran dari pasangan batu dengan penyelesaian

$$\text{Kecepatan aliran (V)} = 1,80$$

$$\text{Harga n (baik)} = 0,020$$

Direncanakan menggunakan saluran tepi tipe persegi, dengan rincian dibawah ini :

Dimisalkan :

$$Fd = b \times d$$

$$b = 2 d$$

$$Fd = \frac{Q}{V}$$

$$R = \frac{d}{2}$$

Keterangan :

b = lebar saluran (m)

d = dalam saluran tergenang air (m)

Fd = luas penampang basah

R = jari-jari hidrolis (m)

5.5.1 Perhitungan menentukan arah aliran

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik penentuan pada saluran pembuangan. Rinciannya adalah sebagai berikut pda tabel 5.14:

Tabel 5.14. Penentuan arah aliran

No.	Saluran	Panjang	Elv.1	Elv.2	i lapangan (%)	arah aliran
1	0+000 - 2+000	2000	2	1.8	0.010	Barat Daya
2	2+000 - 8+050	6050	40	1.8	0.631	Timur Laut
3	8+050 - 8+300	250	40	37.385	1.046	Barat Daya
4	8+300 - 8+770	470	42	37.385	0.982	Timur Laut
5	8+770 - 12+150	3380	42	16	0.769	Selatan
6	12+150 - 14+900	2750	34	16	0.655	Utara
7	14+900 - 15+516	616	34	33.5	0.081	Barat Daya
8	15+516 - 15+950	434	35	33.5	0.346	Timur Laut
9	15+950 - 19+300	3350	35	7.3	0.827	Tenggara
10	19+300 - 21+327	2027	12	7.3	0.226	Barat Laut

5.5.2. Perhitungan Saluran

SALURAN TEPI

Pada STA 2+000 - 8+050

◆ Perhitungan debit

▪ Penentuan waktu konsentrasi (T_c)

Penentuan inlet time (t_1)

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$\begin{aligned} t_1 \text{ perkerasan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 9 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 1,587 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_1 \text{ bahu} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,0 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} \\ &= 1,463 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_1 \text{ tepi luar saluran} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 50,0 \times \frac{0,2}{\sqrt{0,25}} \right)^{0,167} \\ &= 2,149 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\sum t_1 = 5,1998 \text{ menit}$$

Penentuan waktu flow time (t_2)

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{L}{\frac{60 \times V}{6150}} \\ T_2 &= \frac{60 \times 1,8}{56,94} \\ &= 56,94 \text{ menit} \end{aligned}$$

Total waktu konsentrasi (T_c)

$$\begin{aligned} T_c &= \sum t_1 + t_2 \\ &= 5,1998 + 56,94 \\ &= 62,144 \text{ menit} \end{aligned}$$

▪ Penentuan nilai intensitas hujan (I)

Nilai intensitas hujan (I) ditentukan dengan cara :

$$\begin{aligned} I &= \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \times \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\ &= \left(\frac{361,5}{24} \right) \times \left(\frac{24}{62,144} \right)^{2/3} \end{aligned}$$

$$I = 0,75 \text{ mm/jam}$$

▪ Penentuan nilai koefisien aliran (C)

Menentukan luas daerah pengairan (A)

$$\text{Jalan aspal (A}_1\text{)} = 7,0 \times 6150 = 43050 \text{ m}^2$$

$$\text{Bahu jalan (A}_2\text{)} = 2,0 \times 6150 = 12300 \text{ m}^2$$

$$\text{Lahan kosong (A}_3\text{)} = 50,0 \times 6150 = 307500 \text{ m}^2$$

Koefisien C

$$\text{Jalan aspal (C}_1\text{)} = 0,70$$

$$\text{Bahu jalan (C}_2\text{)} = 0,20$$

$$\text{Lahan kosong (C}_3\text{)} = 0,60$$

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3)}{\Sigma A}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{(0,7 \times 43050) + (0,20 \times 12300) + (0,6 \times 307500)}{362850} \\ &= 0,5983 \end{aligned}$$

▪ Penentuan debit aliran (Q)

$$A = 362850 \text{ m}^2 = 0,36285 \text{ km}^2$$

$$C = 0,5983$$

$$I = 0,75 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{3,6} \times 0,5983 \times 0,75 \times 0,36285 \\ &= 0,05 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

▪ Penentuan kemiringan saluran (i)

$$t_0 = 40 \text{ m}$$

$$t_1 = 1,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} i \text{ lapangan} &= \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\% \\ &= \frac{40 - 1,8}{6050} \times 100\% \\ &= 0,62 \% \\ &= 0,0062 \end{aligned}$$

◆ Perhitungan dimensi saluran

Penampang dimensi saluran yang dipakai adalah persegi

$$\begin{aligned}
 b &= 2d \\
 Fd &= b \times d \\
 Fd &= 2d \times d \\
 &= 2d^2 \\
 O &= b + 2d \\
 &= 2d + 2d \\
 &= 4d \\
 R &= Fd/O \\
 &= 2d/4d \\
 &= 1/2d \\
 Q &= V \times Fd \\
 &= (1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}) \times (2d^2) \\
 &= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times i^{1/2} \times (2d^2) \\
 &= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times d^{8/3} \times 2i^{1/2} \\
 d^{8/3} &= Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2}) \\
 d &= (Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2}))^{3/8} \\
 d &= (0,05/(1/0,02 \times 1/2^{2/3} \times 2 \times 0,0062^{1/2}))^{3/8} \times 1/2^{2/3} \times 2 \\
 d &= 0,172\text{m} \\
 b &= 0,343\text{m} \\
 w &= 0,5^{1/2} \times 0,172 \\
 &= 0,1\text{m}
 \end{aligned}$$

◆ Perhitungan kemiringan saluran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$i = \left(\frac{V \times n}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$\begin{aligned}
 R &= d / 2 \\
 &= 0,172 / 2 \\
 &= 0,086
 \end{aligned}$$

$$i = \left(\frac{1,8 \times 0,02}{\frac{1}{2} \times 0,172^{2/3}} \right)^2$$

$$= 0,0342$$

$$i \text{ lapangan} = 0,0062$$

$$i \text{ perhitungan} = 0,0342$$

Karena $i \text{ lapangan} \leq i \text{ perhitungan}$, maka digunakan $i \text{ perhitungan}$.

Untuk perhitungan saluran tepi selanjutnya digunakan program bantu excel untuk menghitung dimensi saluran tepi yang akan digunakan. Rekapitulasi dimensi saluran tiap segmen tercatat dalam tabel 5.15.

Tabel 5.15. Rekapitulasi Dimensi Saluran Tepi

No.	Saluran	Panjang	Q (m ³ /dt)	v (m/dt)	h (m)	b (m)
1	0+000 - 2+100	2100	0.10	0.194	1.00	1.00
2	2+100 - 8+050	5950	0.05	0.767	0.70	0.80
3	8+050 - 8+300	250	0.13	1.204	0.70	0.80
4	8+300 - 8+770	470	0.15	1.221	0.70	0.80
5	8+770 - 12+150	3380	0.07	0.933	0.70	0.80
6	12+150 - 14+900	2750	0.08	0.910	0.70	0.80
7	14+900 - 15+516	616	0.15	0.480	0.70	0.80
8	15+516 - 15+950	434	0.14	0.823	0.70	0.80
9	15+950 - 19+300	3350	0.07	0.960	0.70	0.80
10	19+300 - 21+327	2027	0.10	0.638	0.70	0.80

Saluran Melintang

$$Q \text{ total} = 0,05 \text{ m}^3/\text{dk}$$

1. Penentuan Kemiringan Saluran

$$L = 21 \text{ m}$$

$$t_0 = 1,45 \text{ m}$$

$$t_1 = 1,35 \text{ m}$$

$$i = (t_0 - t_1)/L \times 100\%$$

$$= (1,45 - 1,35)/21 \times 100\%$$

$$= 0,48\%$$

2. Perhitungan dimensi saluran

Penampang dimensi saluran yang dipakai adalah persegi

$$b = 2d$$

$$Fd = b \times d$$

$$Fd = 2d \times d$$

$$= 2d^2$$

$$O = b + 2d$$

$$= 2d + 2d$$

$$= 4d$$

$$R = Fd/O$$

$$= 2d/4d$$

$$= 1/2d$$

$$Q = V \times Fd$$

$$= (1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}) \times (2d^2)$$

$$= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times i^{1/2} \times (2d^2)$$

$$= 1/n \times (1/2d)^{2/3} \times d^{8/3} \times 2i^{1/2}$$

$$d^{8/3} = Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2})$$

$$d = (Q/(1/n \times 1/2^{2/3} \times 2i^{1/2}))^{3/8}$$

$$d = (0,05/(1/0.02 \times 1/2^{2/3} \times 2 \times 0.0048^{1/2}))^{3/8}$$

$$d = 0,2805m$$

$$b = 0,561m$$

$$w = 0,5^{1/2} \times 0,2804$$

$$= 0,198m$$

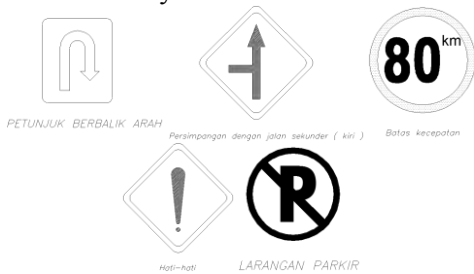
Untuk perhitungan saluran melintang selanjutnya digunakan program bantu excel untuk menghitung dimensi saluran yang akan digunakan. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan saluran melintang :

Tabel 5.16. Rekapitulasi Dimensi Saluran Melintang

No.	Saluran	h (m)	b (m)	tebal (m)	panjang (m)	keliling (m)	luas (m2)	volume (m3)
1	0+150	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
2	1+150	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
3	1+676	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
4	1+976	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
5	2+100	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
16	10+062	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
17	10+574	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
18	10+774	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
19	15+026	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
20	15+200	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
21	15+516	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
22	15+750	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
23	16+200	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
24	16+526	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
25	16+774	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
26	17+250	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
27	17+726	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
28	20+000	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35

5.6. RENCANA RAMBU LALU – LINTAS

Berikut rencana rambu-rambu lalu lintas Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya :



Gambar 5.6. Rencana Rambu Lalu Lintas

5.7. PEMBEBASAN LAHAN

Tabel 5.17. Rekapitulasi Luasan Lahan Pemukiman

No	PANJANG (m)	LEBAR (m)	LUAS (m2)
1	120	26	3120
2	50	26	1300
3	500	26	13000
4	150	26	3900
5	125	26	3250
6	350	26	9100
7	125	26	3250
8	220	26	5720
9	100	26	2600
10	200	26	5200
11	425	26	11050
12	125	26	3250
13	125	26	3250

Total luasan tanah = 67990 m²

Harga tanah per meter persegi = Rp 2.500.000,-

(Sumber: https://www.facebook.com/permalink.php?id=290135727760550&story_fbid=485557271551727)

Untuk hak guna bangunan di atas hak pengelolaan jangka waktu 10 tahun :

Untuk lebar jalan > 15 m dan daerah pemukiman & fasilitas umum non komersial bentuk persennya = 23,5%, maka :

$$\begin{aligned} \% \times \text{Luas Tanah} \times \text{NJOP per M2} &= 23,5\% \times 67990 \times 2500000 \\ &= \text{Rp } 39.944.125.000,- \end{aligned}$$

5.8. RENCANA ANGGARAN BIAYA

Pada perencanaan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini direncanakan juga anggaran biaya yang akan dibutuhkan untuk proses pelaksanaan jalan ini. Adapun sebelum perhitungan biaya terlebih dahulu harus melakukan penghitungan volume tiap item pekerjaan. Berikut perhitungan volume tiap item pekerjaan :

5.7.1. Volume Pekerjaan

1. Pekerjaan tanah

1.1 Pembersihan dan pembongkaran (m^2)

- Lebar jalan : $3,5 \text{ m} \times 4 = 14 \text{ m}$
- Lebar bahu : $2 \text{ m} \times 2 = 4 \text{ m}$
- Lebar saluran : $1 \text{ m} \times 2 = 2 \text{ m}$
- Lebar median : $1 \text{ m} \times 1 = 1 \text{ m}$
- Total : 21 m
- Volume keseluruhan : $21327 \text{ m} \times 21 \text{ m} = 69,511 \text{ m}^2$

1.2 Galian tanah (m^3)

- Volume : $293230,64 \text{ m}^3$

1.3 Urugan biasa (m^3)

- Volume : $340991,8 \text{ m}^3$

2. Pekerjaan perkerasan berbutir

2.1 Lapisan pondasi agregat kelas C bahu (m^3)

- Lebar bahu : $2 \text{ m} \times 2 = 4 \text{ m}$
- Tebal perkerasan : $20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$
- Luasan rata – rata $21000 \text{ m} = 0,732 \text{ m}^2$
- Luasan rata – rata $327 \text{ m} = 0,366 \text{ m}^2$
- Volume I : $21000 \text{ m} \times 0,732 \text{ m}^2 = 15372 \text{ m}^3$
- Volume II : $327 \text{ m} \times 0,366 \text{ m}^2 = 119,682 \text{ m}^3$
- Total Volume I dan II : $15491,682 \text{ m}^3$

2.2 Lapisan pondasi agregat kelas C (m^3)

- Lebar jalur : $7 \text{ m} \times 2 = 14 \text{ m}$
- Tebal perkerasan : $20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$
- Luasan rata – rata $21000 \text{ m} = 3,164 \text{ m}^2$
- Luasan rata – rata $327 \text{ m} = 1,582 \text{ m}^2$
- Volume I : $21000 \text{ m} \times 3,164 \text{ m}^2 = 66444 \text{ m}^3$
- Volume II : $327 \text{ m} \times 1,582 \text{ m}^2 = 517,314 \text{ m}^3$
- Total Volume I dan II : $66961,314 \text{ m}^3$

2.3 Lapisan pondasi agregat kelas A (m^3)

- Lebar jalan : $7 \text{ m} \times 2 = 14 \text{ m}$
- Tebal perkerasan : $15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$

- Luasan Rata – rata 21000 m : $2,36 \text{ m}^2$
- Luasan Rata – rata 327 m : $1,18 \text{ m}^2$
- Volume I : $21000 \text{ m} \times 2,36 \text{ m}^2 = 49560 \text{ m}^3$
- Volume II : $327 \text{ m} \times 1,18 \text{ m}^2 = 385,86 \text{ m}^3$
- Total Volume I dan II : $49945,86 \text{ m}^3$

3. Pekerjaan perkerasan aspal

3.1 Lapis resap pengikat (prime coat) (liter)

- Lebar jalan : $7 \text{ m} \times 2 = 14 \text{ m}$
- Kebutuhan 1 m^2 prime coat : 0,2 liter
(sesuai spesifikasi PU BINA MARGA)
- Volume : $21327 \text{ m} \times 14 \text{ m} \times 0,2 = 59715,6 \text{ liter}$

3.2 AC-BC(m^3)

- Lebar jalan : $7 \text{ m} \times 2 = 14 \text{ m}$
- Tebal perkerasan : $6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$
- Volume : $21327 \text{ m} \times 14 \text{ m} \times 0,06 \text{ m} = 17914,68 \text{ m}^3$

3.3 Lapis Perekat (liter)

- Lebar jalan : $7 \text{ m} \times 2 = 14 \text{ m}$
- Kebutuhan 1 m^2 tack coat ; 1,3 liter
(sesuai spesifikasi PU BINA MARGA)
- Volume : $21327 \text{ m} \times 14 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} = 388151,4 \text{ m}^3$

3.4 AC-WC (m^2)

- Lebar jalan : $7 \text{ m} \times 2 = 14 \text{ m}$
- Tebal perkerasan : $4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$
- Volume : $21327 \text{ m} \times 14 \text{ m} \times 0,04 \text{ m} = 11943,12 \text{ m}^3$

4. Pekerjaan Drainase

4.1 Saluran tepi

- Luas saluran tepi I : $1,028 \text{ m}^2$
- Luas saluran tepi II : $0,95 \text{ m}^2$
- Jumlah saluran tepi : 2
- Panjang saluran I : 2675 m
- Panjang saluran II : 18652 m

- Volume I : $2675 \text{ m} \times 1,028 \times 2 = 2749,9 \text{ m}^3$
- Volume II : $18652 \text{ m} \times 0,95 \text{ m}^2 \times 2 = 17719,4 \text{ m}^3$
- Total saluran tepi : $20462,475 \text{ m}^3$

4.2 Box Culvert

No.	Saluran	h (m)	b (m)	tebal (m)	panjang (m)	keliling (m)	luas (m2)	volume (m3)
1	0+150	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
2	1+150	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
3	1+676	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
4	1+976	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
5	2+100	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
16	10+062	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
17	10+574	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
18	10+774	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
19	15+026	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
20	15+200	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
21	15+516	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
22	15+750	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
23	16+200	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
24	16+526	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
25	16+774	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
26	17+250	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
27	17+726	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
28	20+000	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35

Total Volume Box Culvert : $317,8 \text{ m}^3$

4.3 Plesteran halus

- Panjang plesteran : 4,6 m
- Jumlah saluran : 2
- Panjang saluran : 21327 m
- Volume : $21327 \text{ m} \times 4,6 \text{ m} \times 2 = 196208 \text{ m}^2$

5. Pengembalian kondisi dan pekerjaan minor

5.1 Marka jalan (m^2)

a. Marka tengah

- Asumsi 1 km = $16,2 \text{ m}^2$
- Marka : $21,327 \times 16,2 \text{ m}^2 \times 2 = 691 \text{ m}^2$

b. Marka tepi

- Volume : $21327 \text{ m} \times 0,12 \times 2 = 5118,48 \text{ m}^2$

5.2 Patok hektometer (buah)

- Patok Hektometer (tiap 100m) = 213 buah

5.3 Patok kilometer (buah)

- Patok kilometer (tiap 1000m) = 21 buah

5.7.2. Harga Satuan Dasar

Harga satuan dasar yang digunakan adalah harga satuan wilayah Surabaya, Sidoarjo dan Gresik. Adapun harga satuan upah dan bahan tercatat dalam lampiran 1.

5.7.3. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 5.18. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan Tanah				
1.1.	Pembersihan Lahan	M2	447,867.0	13,121.852	5,876,844,634.703
1.2.	Galian Tanah	M3	293,230.6	189,173.827	55,471,561,899.956
1.3.	Urugan Biasa	M3	340,991.8	226,520.561	77,241,654,000.022
2	Pekerjaan Berbutir				
2.1.	Lapisan pondasi agregat kelas C	M3	66,961.3	349,205.069	23,383,230,272.033
2.3.	Lapisan pondasi agregat kelas A	M3	49,945.9	508,615.978	25,403,262,414.988
2.4.	Lapisan pondasi agregat kelas C (BAHU)	M3	15,491.7	349,301.956	5,411,274,829.945
3	Pekerjaan Perkerasan Aspal				
3.1.	Prime Coat	LTR	59,715.6	15,891.722	948,983,716.901
3.2.	AC-BC	M3	17,914.7	10,768,716.093	192,918,102,821.437
3.3.	Tack Coat	LTR	388,151.4	13,743.374	5,334,509,700.134
3.4.	AC-WC	M2	11,943.1	10,734,235.383	128,200,261,290.859
4	Pekerjaan Drainase				
4.1.	Saluran (tepi kanan dan kiri)	M3	40,925.0	326,872.394	13,377,236,372.782
4.2.	Plesteran	M2	196,237.6	6,989.230	1,371,549,622.929
4.3.	Beton K-250 (Saluran Melintang)	M3	317.8	832,146.929	264,456,293.909
4.4.	Median Jalan	M2	42,654.0	290,501.350	12,391,044,566.449
5	Pekerjaan Minor				
5.1.	Marka Jalan	M2	690.9948	184,911.462	127,772,858.796
5.2.	Patok hektometer	BH	213.3	149,264.343	31,833,606.339
5.3.	Patok kilometer	BH	21.3	154,344.874	3,291,713.135
JUMLAH					547,756,870,615.32
PPN 10%					54,775,687,061.53
TOTAL BIAYA					602,532,557,676.85
DIBULATKAN					602,532,557,676

**Terbilang : Enam Ratus Dua Milyar Lima Ratus Tiga Puluh
Dua Juta Lima Ratus Lima Puluh Tujuh Ribu Enam Ratus
Tujuh Puluh Enam Rupiah**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel Lampiran 1.1. Harga Satuan Dasar Upah

PERKIRAAN HARGA SATUAN DASAR (HSD) UPAH DAN BAHAN PROPINSI JAWA TIMUR

STATUS : Juni 2013

RINGKASAN HARGA DASAR UPAH DAN BAHAN

No. Urut	Jenis Bahan	Sat	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III	Kelompok IV	Kelompok V	Kelompok VI	Kelompok VII
			Bangkalan Sampang Pamekasan Sumenep	Maduri Magetan Ponorogo Pacitan	Kediri Blitar Tulungagung Trenggalek Nganjuk	Surabaya Gresik Sidoarjo Mojokerto Jombang	Malang Situbondo Pasuruan Banyuwangi	Jember Tutundura Bondowoso Banyuwangi	Bojonegoro Lamongan Ngawi Tuban

Koefisien Pengali						
2013			2014			
Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April

1	UPAH KERJA								
1	Pekerja	Jam	6,942	7,280	6,644	7,908	6,770	6,171	6,769
2	Tukang	Jam	9,581	9,927	9,059	10,783	8,727	8,229	9,077
3	M a n d o r	Jam	11,982	11,251	10,505	12,221	10,843	9,600	10,410
4	Operator	Jam	14,096	12,518	13,274	14,378	12,843	11,800	11,993
5	Pembantu Operator	Jam	9,914	9,800	9,914	10,286	9,914	9,900	10,086
6	Sopir / Driver	Jam	11,792	11,657	11,786	12,143	11,786	11,657	11,714
7	Pembantu Sopir / Driver	Jam	9,769	9,657	9,786	10,143	9,786	9,971	9,714
8	Mekanik	Jam	14,096	13,018	13,774	14,378	12,914	12,800	12,855
9	Pembantu Mekanik	Jam	10,925	10,800	10,914	11,286	10,914	10,800	10,855
10	Kepala Tukang	Jam	11,277	10,496	11,708	11,502	10,275	9,029	9,715
11	Pemasak Aspal	Jam	8,324	8,229	8,314	8,571	8,314	8,229	8,271

[illegible]

Tabel Lampiran 1.2. Harga Satuan Dasar Bahan

II	HARGA BAHAN										HARGA BAHAN									
1	Pasir Beton (Kasar)	M3	250,000	181,150	159,220	166,540	180,230	121,000	158,200		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
2	Pasir Halus (untuk HRS)	M3	250,000	190,000	151,970	136,570	100,000	106,860	139,950		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
3	Pasir Pasang (Sedang)	M3	220,000	168,430	151,970	151,530	150,150	121,000	165,000		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
4	Pasir Urug	M3	200,000	169,050	142,030	120,180	83,330	90,000	81,250		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
5	Pasir Urug (ada unsur lempung)	M3	78,110	155,930	138,220	73,320	90,000	90,000	200,000		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
6	Sirtu	M3	93,720	177,160	156,080	130,630	136,710	92,350	117,830		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
7	Bahan Tanah Timbunan	M3	100,000	97,500	75,250	58,500	45,000	50,000	65,000		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
8	Bahan Pilihan	M3	159,500	62,280	69,500	75,000	62,000	62,500	72,500		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
9	Batu Belah / Kerakal	M3	192,000	183,750	184,070	193,160	196,010	198,010	207,500		1.0110	1.0137	1.0164	1.0192	1.0219	1.0247	1.0274			
10	Batu Kali	M3	123,270	124,380	155,940	125,400	149,940	160,100	110,000		1.0110	1.0137	1.0164	1.0192	1.0219	1.0247	1.0274			
11	Gravel	M3	200,000	278,500	128,750	115,000	130,000	165,000	151,700		1.0110	1.0137	1.0164	1.0192	1.0219	1.0247	1.0274			
12	Kapur	M3	414,820	475,000	450,000	500,000	443,750	471,880	355,000		1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374			
13	Filler Cement	Kg	1,310	1,350	1,300	1,570	1,650	1,450	1,570		1.0065	1.0082	1.0099	1.0116	1.0133	1.0150	1.0167			
14	Agregat Halus	M3	211,320	172,250	156,670	229,750	220,170	198,000	234,590		1.0110	1.0137	1.0164	1.0192	1.0219	1.0247	1.0274			
15	Agregat Kasar	M3	224,810	184,250	158,130	199,710	243,500	210,100	280,240		1.0110	1.0137	1.0164	1.0192	1.0219	1.0247	1.0274			
16	Asbuton Halus	Ton	1,724,660	1,909,610	1,825,570	1,710,940	1,891,690	2,050,440	1,864,400		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
17	Aspal Curah	Kg	9,400	9,400	9,400	9,400	9,400	9,400	9,400		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
18	Aspal Emulsi (CRS-1 / R-85)	Kg	9,930	10,600	10,130	9,700	10,550	10,550	10,130		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
19	Aspal Modifikasi (BNA)	Kg	9,930	10,600	10,370	9,700	10,550	10,550	10,130		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
20	Aspal Modifikasi (JAP-57)	Kg	10,130	10,830	10,590	9,900	10,770	10,770	10,340		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
21	Aspal Modifikasi (Retona)	Kg	9,720	9,700	9,450	8,700	9,340	9,500	9,200		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
22	Aspal Modifikasi (starbit)	Kg	11,500	11,860	11,500	11,500	11,760	11,760	11,500		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
23	Aspal Modifikasi (STR - 55)	Kg	9,820	10,620	10,320	9,600	10,550	10,550	10,020		1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432			
24	Bensin	Liter	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500		0.9884	0.9914	0.9844	0.9874	1.0003	1.0033	1.0063			

Lanjutan Tabel Lampiran 1.2.

PERKIRAAN HARGA SATUAN DASAR (HSD) UPAH DAN BAHAN PROPINSI JAWA TIMUR
STATUS : Juni 2013

RINGKASAN HARGA DASAR UPAH DAN BAHAN

No. Urut	Jenis Bahan	Sat	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III	Kelompok IV	Kelompok V	Kelompok VI	Kelompok VII
			Bangkalan Blitar Pamekasan Sumenep	Mediun Magetan Ponorogo Pacitan	Kediri Tulungagung Sidoarjo Mojokerto Nganjuk	Surabaya Gresik Sidoarjo Jombang	Malang Pasuruan Probolinggo Lumajang	Jember Situbondo Bondowoso Banyuwangi	Bojonegoro Lamongan Ngawi Tuban

Koefisien Pengali						
2013			2014			
Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April

25	S o l e r	Liter	10,200	10,200	10,200	10,200	10,200	10,200	10,200	10,200
26	Kerosen / Minyak Tanah	Liter	10,830	10,750	10,750	11,000	11,000	10,750	10,420	10,420
27	Bunker Oil	Liter	3,390	3,160	3,160	3,000	3,080	3,090	3,070	3,070
28	Minyak Fluks	Liter	7,060	6,900	6,900	6,900	6,900	6,900	6,900	6,900
29	Minyak Pelumas / Olie	Liter	46,050	36,300	35,000	35,000	35,000	36,190	35,000	35,000
30	Thinner	Liter	22,510	25,250	30,670	28,500	27,510	23,650	22,480	22,480
31	Semen / PC (50kg)	Zak	73,340	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500	72,500
32	Semen / PC (kg)	Kg	2,000	1,700	1,700	1,710	1,670	1,640	1,490	1,490
33	Chipping	M3	232,810	167,750	166,130	162,500	164,600	163,080	162,500	162,500
34	Chipping (kg)	Kg	230	170	170	160	160	160	160	160
35	Besi Beton	Kg								
36	Baja Bergelombang	Kg	15,190	14,200	14,300	13,480	13,850	13,850	13,810	13,810
37	Baja Prategang	Kg	21,490	20,000	21,000	22,050	21,500	20,750	21,000	21,000
38	Baja Struktur (H Beam 400 x 400 x 13 x 21 mm - 12 M)	Kg	27,600	25,820	25,990	24,500	25,200	25,200	25,100	25,100
39	Baja Tulangan (Polos) U25	Kg	9,890	10,720	10,350	9,800	10,430	11,310	11,720	11,720
40	Baja Tulangan (Polos) U32	Kg	9,720	10,720	10,350	9,800	10,430	11,310	11,820	11,820
41	Baja Tulangan (Polos) U36	Kg	10,230	11,000	10,620	10,050	10,700	11,600	10,740	10,740
42	Baja Tulangan (Ulir) D16	Kg	9,970	11,030	10,650	10,080	10,740	11,640	10,780	10,780
43	Baja Tulangan (Ulir) D19	Kg	9,970	11,030	12,000	10,080	12,000	12,000	10,780	10,780
44	Baja Tulangan (Ulir) D32	Kg	9,930	10,980	10,800	10,040	10,890	11,590	10,730	10,730
45	Baja Tulangan (Ulir) D36	Kg	10,230	11,000	10,620	10,050	10,700	11,600	10,740	10,740
46	Kawat Beton	Kg	15,440	14,800	14,450	15,680	14,350	14,990	15,270	15,270
47	Kawat Bronjong	Kg	24,710	25,000	24,150	23,000	18,380	16,500	24,150	24,150
48	P a k u	Kg	18,500	16,000	15,830	15,690	13,720	15,390	16,170	16,170
49	Pipa Baja D10"	Kg	16,890	16,500	16,500	16,500	16,500	16,500	16,500	16,500
50	Pipa Galvanis Dia 1.5"	M ³	118,000	112,830	112,800	112,220	112,500	112,540	112,500	112,500
51	Pipa Galvanis Dia 2"	M ³	123,850	132,440	133,210	126,370	128,170	129,580	130,000	130,000
52	Pipa Galvanis Dia 3"	M ³	186,590	193,930	181,620	180,520	181,030	194,110	183,290	183,290
53	Pipa Porus	M ³	48,440	45,280	45,580	42,900	44,160	44,160	44,020	44,020
54	Agregat Pecah Mesin 0-5 mm	M3	231,330	200,000	195,000	225,000	220,000	200,000	215,000	215,000
55	Agregat Pecah Mesin 20-30 mm	M3	231,330	180,000	165,000	225,000	220,000	181,250	210,000	210,000
56	Agregat Pecah Mesin 5-10 & 10-20 mm	M3	231,330	190,000	175,000	225,000	220,000	181,250	210,000	210,000
57	Bahan Agr Base Kelas A	M3	176,780	155,000	145,000	186,010	170,000	166,000	195,000	195,000
58	Bahan Agr Base Kelas B	M3	176,780	122,500	125,000	189,100	147,000	140,500	186,250	186,250
59	Bahan Agr Base Kelas C	M3	140,000	100,000	120,000	125,000	105,000	119,500	105,000	105,000
80	Bahan Agr Base Kelas C2	M3	130,000	90,000	110,000	115,000	100,000	114,500	95,000	95,000
61	Bahan Agr Base Kelas S	M3	130,000	90,000	110,000	115,000	95,000	100,000	95,000	95,000
62	Additive (Addive Cement "CMB")	Liter	98,260	97,000	97,000	97,000	98,000	98,000	97,000	97,000

[illegible]

Lanjutan Tabel Lampiran 1.2.

PERKIRAAN HARGA SATUAN DASAR (HSD) UPAH DAN BAHAN PROPINSI JAWA TIMUR STATUS : Juni 2013

RINGKASAN HARGA DASAR UPAH DAN BAHAN

No. Urut	Jenis Bahan	Sat	Kelompok I Bangkalan Sampang Pamekasan Sumenep	Kelompok II Madura Mojokerto Pacitan	Kelompok III Kediri Blitar Tulungagung Trenggalek Nganjuk	Kelompok IV Surabaya Gresik Sidoarjo Mojokerto Jombang	Kelompok V Malang Batu Pasuruan Probolinggo Lumajang	Kelompok VI Jember Situbondo Bondowoso Benyuwangi	Kelompok VII Bojonegoro Lamongan Ngawi Tuban
----------	-------------	-----	--	---	--	---	---	---	--

63	Anchorage	Buah	529,430	493,970	497,230	468,050	481,780	481,780	480,190
64	Anti Pengelupasan	Liter	60,500	61,700	65,000	60,500	60,500	65,110	60,500
65	Arbocell	Kg	38,750	38,220	36,460	34,320	35,330	35,330	35,210
66	Assestline	Botol	258,510	248,280	243,450	229,500	250,700	271,740	235,680
67	Bahan pengawat: kresot	Liter	5,630	5,270	5,300	5,000	5,140	5,140	5,120
68	Batu Bara	Kg	750	780	800	770	720	720	720
69	Beton K-125	M3	618,860	685,220	782,490	613,930	678,780	782,480	668,990
70	Beton K-175	M3	652,330	722,280	895,680	647,140	715,510	895,680	705,180
71	Beton K-250	M3	708,130	784,060	1,344,470	702,490	776,710	1,344,470	765,500
72	Beton K-300	M3	741,610	821,140	1,401,370	735,700	813,430	1,401,370	801,690
73	Beton K-350	M3	792,330	877,300	1,782,340	786,030	868,070	1,782,340	856,530
74	Beton K-400	M3	830,680	919,980	1,831,420	824,270	911,350	1,831,420	898,200
75	Beton K-500	M3	941,480	1,042,420	1,952,700	933,970	1,032,640	1,952,700	1,017,740
76	Casing	M2	10,900	10,190	10,260	9,650	9,900	9,940	9,900
77	Cat	Kg	46,050	50,680	43,500	47,030	62,310	53,020	44,230
78	Cat Anti Karat	Kg	43,490	43,520	40,920	52,500	39,940	42,320	39,520
79	Cat Marka (Non Thermoplas)	Kg	65,250	66,000	64,420	83,960	58,580	62,940	63,280
80	Cat Marka (Thermoplastic)	Kg	40,930	31,000	35,000	38,500	32,000	35,000	46,210
81	Cerucuk diameter 10 - 15 cm	M*	26,580	30,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
82	Curing Compound	Liter	46,790	43,740	44,030	52,500	42,660	42,660	42,520
83	Ducting (Kabel prestress)	M*	123,520	125,000	122,500	115,000	125,000	123,000	120,700
84	Ducting (Strand prestress)	M*	105,400	121,000	114,500	98,500	113,000	108,000	108,000
85	Elastomer	Buah	376,480	391,820	391,340	383,990	357,280	387,280	393,920
86	Elastomer jenis 1 (35 x 30 x 3.6 Cm)	Buah	382,690	403,020	400,160	390,320	367,800	400,930	394,710
87	Elastomer jenis 2 (40 x 35 x 3.9 Cm)	Buah	462,300	492,670	486,310	471,520	449,490	493,250	482,270
88	Elastomer jenis 3 (45 x 40 x 4.5 Cm)	Buah	602,400	649,820	637,510	614,410	592,850	654,470	635,590
89	Expansion Cap	M2	7,380	6,890	6,940	13,830	6,850	7,430	6,700
90	Expansion Join Baja Siku	M*	1,126,380	1,069,690	1,060,900	1,000,000	1,063,980	1,174,940	1,043,270
91	Expansion Join Tipe Rubber	M*	1,351,680	1,294,880	1,272,960	1,200,000	1,312,180	1,422,360	1,262,900
92	Expansion Joint Tipe Torma	M*	1,351,680	1,294,880	1,272,960	1,200,000	1,312,180	1,422,360	1,262,900
93	Expansion Tipe Joint Asphaltic Plug	M*	1,611,040	1,776,700	1,648,380	1,579,290	1,768,580	1,917,010	1,702,170
94	Geblan Rumpit	M2	18,180	16,980	17,090	16,090	16,590	16,590	16,510
95	Geotextile Woven (4mx150mx0,7mm) 53/52 kN/m	M2	23,660	33,000	27,800	21,140	36,900	25,330	23,030
96	Geotextile Non Woven (4mx50mx0,4mm) 26 kN/m	M2	32,470	35,950	34,370	32,210	36,610	38,600	35,100
97	Glass Bead	Kg	33,260	50,000	41,670	39,000	22,500	23,500	21,030
98	Joint Sealant	Kg	41,280	38,850	38,850	36,570	37,640	38,330	37,520
99	Joint Socket Pile 16x16x16	Set	76,030	71,150	71,600	67,500	68,430	69,430	69,150
100	Joint Socket Pile 35x35	Set	684,280	640,310	644,440	607,500	624,680	624,680	622,380

Koefisien Pengali						
2013			2014			
Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April

0.9917	0.9900	0.9884	0.9868	0.9852	0.9836	0.9821
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0150	1.0189	1.0225	1.0263	1.0299	1.0338	1.0374
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0151	1.0187	1.0222	1.0257	1.0292	1.0326	1.0359
1.0151	1.0187	1.0222	1.0257	1.0292	1.0326	1.0359
1.0151	1.0187	1.0222	1.0257	1.0292	1.0326	1.0359
1.0151	1.0187	1.0222	1.0257	1.0292	1.0326	1.0359
1.0153	1.0190	1.0230	1.0267	1.0306	1.0343	1.0383
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0067	1.0083	1.0100	1.0117	1.0133	1.0150	1.0167
1.0067	1.0083	1.0100	1.0117	1.0133	1.0150	1.0167
1.0124	1.0155	1.0186	1.0217	1.0248	1.0279	1.0310
1.0124	1.0155	1.0186	1.0217	1.0248	1.0279	1.0310
1.0124	1.0155	1.0186	1.0217	1.0248	1.0279	1.0310
1.0124	1.0155	1.0186	1.0217	1.0248	1.0279	1.0310
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
0.9917	0.9900	0.9884	0.9868	0.9852	0.9836	0.9821
1.0124	1.0155	1.0186	1.0217	1.0248	1.0279	1.0310
1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432
1.0169	1.0213	1.0257	1.0300	1.0344	1.0388	1.0432
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368
1.0151	1.0187	1.0222	1.0257	1.0292	1.0326	1.0359
1.0124	1.0155	1.0186	1.0217	1.0248	1.0279	1.0310
0.9917	0.9900	0.9884	0.9868	0.9852	0.9836	0.9821
0.9917	0.9900	0.9884	0.9868	0.9852	0.9836	0.9821

Lanjutan Tabel Lampiran 1.2.

PERKIRAAN HARGA SATUAN DASAR (HSD) UPAH DAN BAHAN PROPINSI JAWA TIMUR STATUS : Juni 2013

RINGKASAN HARGA DASAR UPAH DAN BAHAN

No. Urut	Jenis Bahan	Sat	Kelompok I Bangkalan Sampang Pemakasan Sumenep	Kelompok II Madiun Magetan Ponorogo Pacitan	Kelompok III Kediri Blitar Tulungagung Trenggalek Nganjuk	Kelompok IV Surabaya Gresik Sidoarjo Mojokerto Jombang	Kelompok V Malang Batu Pasuruan Probolinggo Lumajang	Kelompok VI Jember Situbondo Bondowoso Banyuwangi	Kelompok VII Bojonegoro Lamongan Ngawi Tuban
----------	-------------	-----	--	---	--	---	---	---	--

101	Kawat Las	Dos	169,120	154,500	144,110	187,000	172,130	170,850	158,540
102	Kayu Acuan	M3	1,694,970	1,604,480	1,614,830	2,100,000	1,565,830	1,565,830	1,559,590
103	Kayu Parancah	M3	2,149,000	2,325,000	2,933,330	2,475,000	2,700,000	2,150,000	2,200,000
104	Kerb Type A	Buah	65,000	95,000	94,890	80,000	52,840	49,890	50,000
105	Marmer Nama Jembatan	Buah	393,980	400,000	420,000	395,000	835,000	420,000	365,000
106	Mata Kucing	Buah	135,940	148,600	139,780	125,150	149,230	168,190	140,290
107	Matras Concrete (Tebal = 10cm)	M2	107,800	107,800	107,800	107,800	107,800	107,800	107,800
108	Mini Pile 16x16x16	M*	112,570	105,000	105,000	105,000	108,500	108,750	115,000
109	Mini Timber Pile	Buah	32,700	30,580	30,770	28,960	29,810	29,810	29,710
110	Multiplik 12 mm	Lbr	149,410	140,000	146,000	140,000	151,000	145,500	146,000
111	Oxygen (Isi 6 M3)	Botol	152,170	168,260	162,420	153,620	153,100	172,210	164,410
112	Paving Block (Model Bata 8 Cm)	M2	67,990	67,000	67,820	76,000	57,750	59,720	65,240
113	PCI Girder L=18m, H=0.90m (K500)	Buah	50,725,200	56,164,970	53,893,040	50,321,630	55,637,940	60,306,930	54,835,080
114	PCI Girder L=20m, H=1.25m (K500)	Buah	71,015,290	78,630,950	75,170,250	70,450,290	77,893,120	84,429,700	76,789,110
115	PCI Girder L=25m, H=1.60m (K500)	Buah	96,377,890	106,713,430	102,016,770	95,611,100	105,712,090	114,593,170	104,198,640
116	PCI Girder L=30m, H=1.70m (K500)	Buah	152,175,610	168,494,890	161,079,110	150,964,900	166,913,810	180,920,780	164,505,230
117	PCI Girder L=35m, H=2.10m (K500)	Buah	177,538,210	198,577,380	187,925,630	176,125,710	194,732,780	211,074,240	191,922,780
118	PCI Girder L=40m, H=2.10m (K500)	Buah	243,480,970	269,591,830	257,726,580	241,543,930	267,062,100	289,473,250	263,208,360
119	Plat Rambu (Eng. Grade)	Buah	213,130	281,670	216,450	207,870	232,790	252,330	218,570
120	Plat Rambu (High I. Grade)	Buah	271,860	293,180	277,500	266,510	296,450	323,500	280,570
121	Pemantul Cahaya (Reflector)	Buah	38,070	41,050	38,850	37,310	41,780	45,290	39,280
122	Plastik Filter	M2	18,180	16,990	17,090	16,090	16,560	16,560	16,510
123	Polytene 125 mikron	Kg	23,340	21,820	21,960	20,670	21,280	21,280	21,210
124	Rel Pengaman	M*	499,590	469,100	470,090	442,500	477,520	517,800	453,980
125	Strip Bearing	Buah	258,510	264,610	249,920	239,440	268,140	290,640	258,070
126	Tiang Pancang Baja Diameter 400	M*	454,610	425,390	428,140	403,600	415,140	415,140	413,490
127	Tiang Pancang Beton Ø 400 (K600 Kelas A2)	M*	304,350	336,990	322,160	301,930	333,830	361,850	329,010

Koefisien Pengali							
2013				2014			
Oktober	November	Desember		Januari	Februari	Maret	April

0.9917	0.9900	0.9884	0.9868	0.9852	0.9836	0.9821	
1.0153	1.0190	1.0230	1.0267	1.0306	1.0343	1.0383	
1.0153	1.0190	1.0230	1.0267	1.0306	1.0343	1.0383	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
0.9917	0.9900	0.9884	0.9868	0.9852	0.9836	0.9821	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0043	1.0053	1.0062	1.0071	1.0079	1.0087	1.0094	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0053	1.0071	1.0089	1.0107	1.0125	1.0143	1.0161	
1.0053	1.0071	1.0089	1.0107	1.0125	1.0143	1.0161	
1.0067	1.0083	1.0100	1.0117	1.0133	1.0150	1.0167	
1.0067	1.0083	1.0100	1.0117	1.0133	1.0150	1.0167	
1.0067	1.0083	1.0100	1.0117	1.0133	1.0150	1.0167	
0.9917	0.9900	0.9884	0.9868	0.9852	0.9836	0.9821	
1.0124	1.0155	1.0186	1.0217	1.0248	1.0279	1.0310	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	
1.0152	1.0189	1.0226	1.0262	1.0297	1.0333	1.0368	

Keterangan :

Harga merupakan perkiraan harga tertinggi di masing - masing kelompok.

- Kelompok I (Kab. Bangkalan, Sampang, Pemakasan, Sumenep)

- Kelompok II (Kab. Kota Madiun, Pacitan, Ponorogo, Magetan)

- Kelompok III (Kab. Kota Kediri, Blitar, Trenggalek, Tulungagung, Nganjuk)

- Kelompok IV (Kab. Kota Surabaya, Gresik, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang)

- Kelompok V (Kab. Kota Malang, Batu, Pasuruan, Probolinggo, Lumajang)

- Kelompok VI (Kab. Jember, Situbondo, Bondowoso, Banyuwangi)

- Kelompok VII (Kab. Bojonegoro, Lamongan, Tuban, Ngawi)

Tabel Lampiran 1.3. HSPK Pekerjaan Tanah

Pembersihan (m2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.07	Jam	7,908	553.56
2	Mandor	0.014	Jam	12,221	171.09
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Bulldozer	0.005	Jam	910,394.00	4,551.97
2	Wheel Loader	0.0033	Jam	597,154.92	1,970.61
3	Dump Truck 6 ton	0.0118	Jam	312,010.29	3,681.72
4	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				11,928.96
	Overhead Profit (10%)				1,192.90
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				13,121.85

Galian Biasa (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0218	Jam	7,908.00	172.11
2	Mandor	0.0109	Jam	12,221.00	132.99
b	Bahan				
c	Peralatan				
1	Excavator	0.0109	Jam	634,262.72	6,902.20
2	Dump Truck 6 ton	0.5249	Jam	312,010.29	163,768.90
3	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				171,976.21
	Overhead Profit (10%)				17,197.62
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				189,173.83

Timbunan Biasa (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0466	Jam	7,908.00	368.81
2	Mandor	0.0117	Jam	12,221.00	142.49
b	Bahan				
1	Bahan Timbunan	1.00	m3	58,500.00	58,722.30
c	Peralatan				
1	Excavator	0.0117	Jam	634,262.72	7,395.21
2	Dump Truck	0.4164	Jam	312,010.29	129,929.77
3	Motor Grader	0.0012	Jam	796,673.76	993.58
4	Vibro Roller	0.0130	Jam	566,262.73	7,375.61
5	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				205,927.78
	Overhead Profit (10%)				20,592.78
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				226,520.56

Tabel Lampiran 1.4. HSPK Pekerjaan Berbutir

Agregat Kelas C Bahu Jalan (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.049610206	Jam	7,908.00	392.32
2	Mandor	0.007087172	Jam	12,221.00	86.61
b	Bahan				
	Agregat C	1.2593	M3	125,000.00	157,413.08
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.007087172	Jam	597,154.92	4,232.14
2	Dump Truck	0.468715389	Jam	312,010.29	146,244.02
3	Water Tanker	0.014056225	Jam	276,415.76	3,885.36
4	Motor Grader	0.003194597	Jam	796,673.76	2,545.05
5	Tandem Roller	0.0030893	Jam	566,036.77	1,748.65
6	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				317,547.23
	Overhead Profit (10%)				31,754.72
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				349,301.96

Agregat Kelas C (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0496102	Jam	7,908.00	392.32
2	Mandor	0.0070872	Jam	12,221.00	86.61
b	Bahan				
	Agregat C	1.2586	M3	125,000.00	157,325.00
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0070872	Jam	597,154.92	4,232.14
2	Dump Truck	0.4687154	Jam	312,010.29	146,244.02
3	Water Tanker	0.0140562	Jam	276,415.76	3,885.36
4	Motor Grader	0.0031946	Jam	796,673.76	2,545.05
5	Tandem Roller	0.0030893	Jam	566,036.77	1,748.65
6	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				317,459.15
	Overhead Profit (10%)				31,745.92
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				349,205.07

Agregat Kelas A (m3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0496	Jam	7,908.00	392.32
2	Mandor	0.0071	Jam	12,221.00	86.61
b	Bahan				
	Agregat A	1.25861	M3	186,010.00	234,113.91
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0071	Jam	597,154.92	4,232.14
2	Dump Truck	0.6683	Jam	312,010.29	208,516.05
3	Water Tanker	0.0141	Jam	276,415.76	3,885.36
4	Motor Grader	0.0032	Jam	796,673.76	2,574.30
5	Tandem Roller	0.0134	Jam	566,036.77	7,577.47
6	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				462,378.16
	Overhead Profit (10%)				46,237.82
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				508,615.98

Tabel Lampiran 1.5. HSPK Pekerjaan Aspal

Lapis Resap Pengikat (Liter)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.000803	Jam	7,908.00	6.35
2	Mandor	0.000803	Jam	12,221.00	9.82
b	Bahan				
	Aspal	1.06193	Kg	9,400.00	9,982.14
	Kerosene	0.396	Liter	11,000.00	4,356.00
c	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.00020	Jam	274,189.88	55.06
2	Compressor	0.00020	Jam	187,506.76	37.65
	Total (Rp)				14,447.02
	Overhead Profit (10%)				1,444.70
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				15,891.72

AC-BC (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.2410	Jam	7,908.00	1,905.54
2	Mandor	0.0241	Jam	12,221.00	294.48
b	Bahan				
	Agr 5-10 & 10-20	0.3887	M3	225,000.00	87,462.77
	Agr 0-5	0.2729	M3	225,000.00	61,394.90
	Semen	1.0167	Kg	1,710.00	1,738.56
	Aspal	1000	Kg	9,400.00	9,400,000.00
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.0096	Jam	597,154.92	5,715.60
2	AMP	0.0241	Jam	3,607,289.82	86,922.65
3	Genset	0.0241	Jam	349,498.34	8,421.65
4	Dump Truck	0.4272	Jam	312,010.29	133,277.89
5	Asphalt Finisher	0.0015	Jam	207,796.45	315.39
6	Tandem Roller	0.0015	Jam	566,036.77	845.70
7	P. Tire Roller	0.0026	Jam	172,064.63	446.78
8	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				9,789,741.90
	Overhead Profit (10%)				978,974.19
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				10,768,716.09

Lapis Perekat (Liter)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.0008032	Jam	7,908.00	6.35
2	Mandor	0.0002008	Jam	12,221.00	2.45
b	Bahan				
	Aspal	1.0609	Kg	9,400.00	9,972.46
	Kerosene	0.22	Liter	11,000.00	2,420.00
c	Peralatan				
1	Asp. Distributor	0.0002008	Jam	274,189.88	55.06
2	Compressor	0.0002008	Jam	187,506.76	37.65
	Total (Rp)				12,493.98
	Overhead Profit (10%)				1,249.40
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				13,743.37

AC-WC tebal = 4 CM (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.24096	Jam	7,908.00	1,905.54
2	Mandor	0.02410	Jam	12,221.00	294.48
b	Bahan				
	Agr 5-10 & 10-20	0.34901	M3	225,000.00	78,528.17
	Agr 0-5	0.30096	M3	225,000.00	67,714.97
	Semen	1.01670	Kg	1,710.00	1,738.56
	Aspal	1,000	Kg	9,400.00	9,400,000.00
c	Peralatan				
1	Wheel Loader	0.00957	Jam	597,154.92	5,715.60
2	AMP	0.02410	Jam	3,607,289.82	86,922.65
3	Genset	0.02410	Jam	349,498.34	8,421.65
4	Dump Truck	0.33017	Jam	312,010.29	103,015.61
5	Asphalt Finisher	0.00455	Jam	207,796.45	946.17
6	Tandem Roller	0.00343	Jam	566,036.77	1,940.73
7	P. Tire Roller	0.00146	Jam	172,064.63	251.69
8	Alat Bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				9,758,395.80
	Overhead Profit (10%)				975,839.58
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				10,734,235.38

Tabel Lampiran 1.6. HSPK Pekerjaan Drainase

PASANGAN BATU DENGAN MORTAR (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	4.0161	Jam	7,908.00	31,759.04
2	Tukang Batu	1.2048	Jam	10,783.00	12,991.57
3	Mandor	0.4016	Jam	12,221.00	4,908.03
b	Bahan				
1	Batu Kali	1.1	M3	125,400.00	135,432.00
2	Semen (PC)	1.0167	Kg	1,710.00	1,738.56
3	Pasir	0.4829	M3	136,570.00	65,946.14
c	Peralatan				
1	Conc. Mixer	0.4016	Jam	106,774.67	42,881.39
2	Alat bantu	1	Ls	1,500.00	1,500.00
	Total (Rp)				297,156.72
	Overhead Profit (10%)				29,715.67
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				326,872.39

PLESTERAN HALUS (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.2	OH	7,908.00	1,581.60
2	Tukang	0.15	OH	10,783.00	1,617.45
3	Kepala Tukang	0.015	OH	11,502.00	172.53
4	Mandor	0.01	OH	12,221.00	122.21
b	Bahan				
2	Semen (PC)	0.0495	Kg	1,710.00	84.65
3	Pasir	0.013	M3	136,570.00	1,775.41
c	Peralatan				
1	Alat bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				6,353.85
	Overhead Profit (10%)				635.38
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				6,989.23

BETON K-250 (M3)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.803	Jam	7,908.00	6,351.81
2	Tukang	0.502	Jam	10,783.00	5,413.15
4	Mandor	0.100	Jam	12,221.00	1,227.01
b	Bahan				
1	Semen (PC)	1.250	Kg	1,710.00	2,137.50
2	Pasir beton	0.541	M3	166,540.00	90,123.76
3	Agregat Kasar	0.744	M3	199,710.00	148,584.24
4	Kayu perancah	0.020	M3	2,475,000.00	49,500.00
5	Paku	0.160	Kg	15,680.00	2,508.80
c	Peralatan				
1	Con Pan. Mixer	0.100	Jam	620,110.41	62,260.08
2	Truck Mixer	0.569	Jam	661,945.29	376,844.87
3	Water Tank	0.038	Jam	276,415.76	10,545.98
4	Alat bantu	1	Ls	1,000.00	1,000.00
	Total (Rp)				756,497.21
	Overhead Profit (10%)				75,649.72
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				832,146.93

Tabel Lampiran 1.7. HSPK Pekerjaan Minor dan Pengembalian Kondisi

MARKA JALAN TERMOPLASTIC (M2)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.6	Jam	4,840	2904
2	Tukang	0.225	Jam	6,914	1555.65
4	Mandor	0.075	Jam	8,211	615.825
b	Bahan				
1	Cat Marka	1.95	Kg	32,000	62400
2	Thinner	1.05	Liter	20,000	21000
3	Glass Bead	0.45	Kg	39000	17550
c	Peralatan				
1	Compressor	0.075	Jam	92742	6955.65
2	Dump Truck	0.075	Jam	151646	11373.45
	Total (Rp)				124354.575
	Overhead Profit (10%)				12435.4575
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				136790.0325

PATOK HEKTOMETER (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	1.2238522	Jam	7,908.00	9,678.22
2	Tukang	0.6119261	Jam	10,783.00	6,598.40
4	Mandor	0.1529815	Jam	12,221.00	1,869.59
b	Bahan				
1	Beton K-175	0.0354375	M3	647,140.00	22,933.02
2	Baja Tulangan	4.6511719	Kg	10,080.00	46,883.81
3	Cat dan material lain	1	Ls	-	-
c	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1529815	Jam	312,010.29	47,731.81
	Total (Rp)				135,694.86
	Overhead Profit (10%)				13,569.49
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				149,264.34

PATOK KILOMETER (BH)					
No.	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Harga Satuan (Rp)
a	Tenaga				
1	Pekerja	0.1529815	Jam	7,908.00	1,209.78
2	Tukang	0.6119261	Jam	10,783.00	6,598.40
4	Mandor	1.2238522	Jam	12,221.00	14,956.70
b	Bahan				
1	Beton K-175	0.0354375	M3	647,140.00	22,933.02
2	Baja Tulangan	4.6511719	Kg	10,080.00	46,883.81
3	Cat dan material lain	1	Ls	-	-
c	Peralatan				
1	Dump Truck	0.1529815	Jam	312,010.29	47,731.81
	Total (Rp)				140,313.52
	Overhead Profit (10%)				14,031.35
	Total Harga Satuan Pekerjaan (Rp)				154,344.87

BAB VI

KESIMPULAN dan SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan Perencanaan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya STA 0+000 – STA 21+327, dengan panjang 21327 m diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

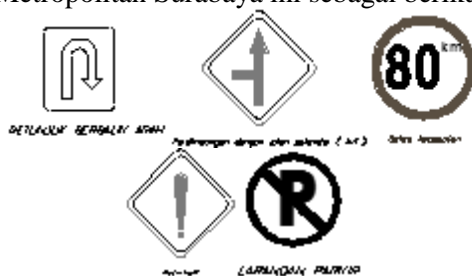
1. Perencanaan trase jalan yang dihasilkan adalah trase yang menghubungkan Kelurahan Romokalisari dan Bypass Krian. Trase terpilih merupakan trase yang melewati medan datar dengan kelandaian $< 3\%$.
2. Perhitungan terhadap geometrik jalan diperoleh:
 - 28 alinyemen vertikal cekung dan 23 alinyemen vertikal cembung
 - 8 Alinyemen horizontal dengan jenis lengkung:
 - Spiral-circle-spiral berjumlah 2 lengkung
 - Full circle berjumlah 6 lengkung
3. Konstruksi jalan menggunakan perkerasan lentur dengan tebal perkerasan sebagai berikut :
 - Lapis permukaan (LASTON MS 744) = 10 cm.
 - Lapis pondasi atas(Batu Pecah Kelas A) = 15 cm
 - Lapis pondasi bawah (Sirtu Kelas C) = 20 cm
4. Untuk perencanaan drainase (saluran tepi) berbentuk segi empat dengan bahan pasangan batu kali dengan finishing diperoleh dimensi sebagai berikut :
 - a. Saluran Tepi
 - 0+000 – 2+100 : b = 1,0m ; h = 1,0m
 - 2+100 – 21+327 : b = 0,8m ; h = 0,7m
 - b. Saluran Melintang

Box culvert berbentuk segi empat dengan bahan beton K-250 diperoleh dimensi sebagai berikut :

No.	Saluran	h (m)	b (m)	tebal (m)	panjang (m)	keliling (m)	luas (m2)	volume (m3)
1	0+150	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
2	1+150	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
3	1+676	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
4	1+976	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
5	2+100	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
16	10+062	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
17	10+574	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
18	10+774	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
19	15+026	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
20	15+200	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
21	15+516	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
22	15+750	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
23	16+200	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
24	16+526	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
25	16+774	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
26	17+250	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
27	17+726	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35
28	20+000	0.70	0.80	0.15	21	3.00	0.56	11.35

Total Volume Box Culvert : 317,8 m³

5. Rencana rambu lalu lintas yang digunakan sesuai dengan kondisi di ruas jalan dan di sekitar ruas Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini sebagai berikut :



6. Rencana anggaran biaya untuk Perencanaan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya STA 0+000 – STA 21+327 adalah sebesar **Rp 602.532.557.676,-** (Enam

Ratus Dua Milyar Lima Ratus Tiga Puluh Dua Juta Lima Ratus Lima Puluh Tujuh Ribu Enam Ratus Tujuh Puluh Enam Rupiah).

6.2 SARAN

Pada Perencanaan Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya ini terdapat beberapa timbunan yang melebihi 0.5 m. Maka seharusnya dilakukan analisis stabilitas tanah.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Ruas Jalan Lingkar Barat Metropolitan Surabaya STA 0+000 – STA 21+327 Propinsi Jawa Timur ini, kami menyarankan agar dilakukan perawatan secara berkala sehingga jalan dapat berfungsi sesuai dengan umur yang telah direncanakan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”